

1077.1  
Stichting voor Bodemkartering  
WAGENINGEN

BIBLIOTHEEK  
STARINGCEBOUW

Rapport nr. 718

VERSLAG VAN EEN PROEFPLEKKENONDERZOEK BIJ  
APPELS, UITGEVOERD VAN 1961 t/m 1964 OP DE  
ZUIDHOLLANDSE EILANDEN

door C. Hoekstra en  
Ir. C. van Wallenburg

april 1969

LEN 95 202 - 02

21 JULI 1969

|  |    |
|--|----|
| <u>Voorwoord</u>   | 3  |
| <u>1. Inleiding</u>  | 4  |
| <u>2. Doel en opzet van het onderzoek</u>  | 5  |
| 2.1 Doel   | 5  |
| 2.2 Opzet  | 5  |
| 2.2.1 Ras, onderstam en boomvorm   | 5  |
| 2.2.2 Keuze van de proefplekken  | 5  |
| <u>3. Globale beschrijving van de geologische opbouw van het onderzochte gebied</u>                        | 7  |
| <u>4. Bodemgesteldheid en waterhuishouding</u>   | 9  |
| 4.1 Kaarteenheden  | 9  |
| 4.2 Bodemstructuur   | 9  |
| 4.3 Water- en luchthuishouding   | 11 |
| 4.4 Bemonstering van de proefplekken   | 12 |
| <u>5. Uitvoering van het onderzoek</u>   | 13 |
| 5.1 Aanleg van de proefplekken   | 13 |
| 5.2 Beschrijving van de proefplekken   | 13 |
| 5.3 Beworteling  | 16 |
| 5.4 Ontwikkeling van het gewas en bedekkingsgraad  | 16 |
| 5.5 Bepaling van opbrengst en kwaliteit  | 17 |
| <u>6. Resultaten van het onderzoek</u>   | 18 |
| 6.1 Bodemstructuur   | 18 |
| 6.1.1 Structuurvormen en luchthuishouding  | 18 |
| 6.1.2 Structuurvormen in de humushoudende bovengrond (Ap)  | 18 |
| 6.1.3 Structuurvormen in de ondergrond   | 19 |
| 6.1.4 Structuurprofiel   | 20 |
| 6.2 Beworteling  | 21 |
| 6.2.1 Rasverschillen   | 21 |
| 6.2.2 De wortelzone en de diepste beworteling  | 21 |
| 6.2.3 Dode wortels en diepte van het grondwater  | 23 |
| 6.2.4 Verloop van de beworteling binnen de wortelzone en waardering van de proefplekken binnen een perceel | 24 |
| 6.2.5 Beworteling van de humushoudende bovengrond (Ap)   | 25 |
| 6.3 Ontwikkeling van de bomen  | 26 |
| 6.4 Opbrengst en kwaliteit   | 27 |
| 6.4.1 Niveau van de opbrengsten  | 27 |
| 6.4.2 Bedekkingsgraad en kg-opbrengst  | 28 |
| 6.4.3 Vruchtgewicht  | 30 |
| 6.4.4 Vruchtverruwing  | 30 |
| <u>7. Bespreking van de resultaten van het onderzoek</u>   | 32 |
| <u>8. Conclusies</u>   | 36 |
| <u>9. Samenvatting</u>   | 38 |
| <u>Literatuur</u>  | 40 |

## VOORWOORD

In dit rapport worden de resultaten van een onderzoek naar de oorzaken van verschillen in bodemgeschiktheid voor de teelt van appels op kalkrijke zeeleigonden van de Zuidhollandse Eilanden weergegeven. Het onderzoek vond plaats in volwassen boomgaarden en had betrekking op de rassen Cox's Orange Pippin, Golden Delicious en Jonathan.

Op vijf proefplekken met Cox's O.P. EM IX, die elk op eenander bedrijf lagen, is bovendien van 1961 tot en met 1963 een afzonderlijk onderzoek verricht naar de hoogst toelaatbare grondwaterstanden. Dit geschiedde in samenwerking met de Wetenschappelijke Afdeling van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (Ir. W.A. Segeren en zijn medewerkers).

Bij de voorbereiding en de uitvoering van het onderzoek werd van vele kanten medewerking ondervonden. Zo gaven de fruittelers spontaan toestemming om op hun percelen proefplekken aan te leggen. De bedrijven werden uitgekozen in overleg met de heer L. Notenboom, assistent voor bodemaangelegenheden van het Rijkstuinbouwconsulentschap Barendrecht. De heren Ir. J.G.C. van Dam, Ir. J. van der Linde, verbonden aan de Stichting voor Bodemkartering, en L. Uitterlinden, medewerker van het Rijkstuinbouwconsulentschap Barendrecht, gaven waardevolle aanwijzingen en adviezen voor de te volgen methoden van onderzoek. Bij het beschrijven van de structuur van de grond van sommige proefplekken verleende de heer J.W.J. Loeters van het Rijkstuinbouwconsulentschap voor Bodemaangelegenheden te Wageningen medewerking. Van een aantal andere proefplekken werd ter plaatse de structuur van de grond besproken met de heer A. Jager, medewerker van de Stichting voor Bodemkartering. Bij het beschrijven van de wortels was op een aantal proefplekken de heer C. Zuydweg, bodemkundig assistent bij het Proefstation voor de fruitteelt in de Volle Grond te Wilhelminadorp, behulpzaam.

Voor het toekennen van bloei-, zetting- en ruicijfers assisteerden bij de aanvang van het onderzoek de heren A. Reedijk, chef van het Fruitteeltproefbedrijf, dat geëxploiteerd wordt door de Vereniging "Naar Beter Fruit" te Numansdorp, en B.v.d.Pol, eveneens een medewerker van het proefbedrijf. Voor het meten van scheuten, het meten van de omvang van de bomen en het oogsten van de appels werd nimmer tevergeefs een beroep gedaan op de heren W.C. Markus, H. Mensert, G.A. Vos en K. Wagenaar, allen medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering, rayon West.

Op ons verzoek werden door het fruitteeltproefbedrijf te Numansdorp gegevens over de neerslag verstrekt.

Voorts kregen we, eveneens op verzoek, van de heer P.A. Spoor van de afdeling Tuinbouw, Sectie Fruitteelt, van het Landbouw-Economisch Instituut te 's-Gravenhage, de beschikking over enige uitkomsten van het door hen ingestelde onderzoek naar de opbrengsten van de fruitteelt op de Zuidhollandse Eilanden.

Aan alle personen, die op enigerlei wijze bij het onderzoek betrokken zijn geweest, wordt dank gebracht.

Het hoofd van rayon West van de  
Stichting voor Bodemkartering,

Ir. C. van Wallenburg

## 1. INLEIDING

De Zuidhollandse Eilanden staan bekend als een gebied met moderne fruitteelt. De bedrijven zijn voornamelijk gevestigd in de Hoekse Waard, op IJsselmonde, op Voorne en op het Eiland van Dordrecht, terwijl op Goeree-Overflakkee de belangstelling groeit voor het stichten van nieuwe bedrijven. Vroeger belemmerden hier twee factoren de ontwikkeling van de fruitteelt, nl. de gebrekkige ontsluiting en de aanwezigheid van zout water. De ontsluiting is verbeterd door de aanleg van de brug over het Haringvliet. De aanwezigheid van zout water is minder hinderlijk geworden sedert de komst van de nevelspuit; de ziektebestrijding kan nu met ~~aanmerkelijk~~ kleinere hoeveelheden water worden uitgevoerd.

In het moderne fruitteeltbedrijf streeft men naar kleine boomvormen die zo spoedig mogelijk na het planten in produktie komen. Hiervoor gebruikt men bomen, die veredeld zijn op een zwak groeiende onderstam (EM IX). Ze worden opgekweekt tot de zgn. spilvorm. Om een voldoende beplantingsdichtheid te krijgen, zijn een groot aantal bomen per ha nodig; dit vergt een hoge investering. Met het oog op de rentabiliteit van het bedrijf is het hier alleen van belang dat de jonge aanplant snel in produktie komt, maar ook dat er over een lange reeks van jaren veel fruit wordt geplukt van goede kwaliteit.

Het hiervoor geschikte zwak groeiende onderstamtype EM IX stelt echter hoge eisen aan bodemgesteldheid, ontwatering en verzorging. De fruitteeltbedrijven op de eilanden zijn in hoofdzaak gevestigd op de kalkrijke klei- en zavelgronden. Hoewel deze gronden voor de fruitteelt goed geschikt zijn, kan men in sommige boomgaarden plaatsen aanwijzen, waar elk jaar de produktie lager is dan op de rest van het perceel. De fruitteler schrijft dit gewoonlijk toe aan verschillen in bodemgesteldheid.

Daar uitbreiding van de fruitteelt wordt verwacht op deze gronden, die op de eilanden een grote oppervlakte beslaan, was het onderzoek in het bijzonder gericht op de bodemkundige factoren, die met de verschillen in bodemgesteldheid samenhangen.

Tabel 1. Gegevens van de proefplekken

| Proef-<br>plek<br>nr. | Kaarteenheid |      | Plantjaar | Ras en onderstam          | Boomvorm  | Plantaf-<br>stand in<br>meters | Aantal<br>bomen | Opmerkingen                                   |
|-----------------------|--------------|------|-----------|---------------------------|-----------|--------------------------------|-----------------|---|
|                       | 1 : 50 000   | Nebo |           |                           |           |                                |                 |   |
| A-1                   | Mn25A        | 8    | 1952/1953 | Cox's Orange Pippin EM IX | Ongevormd | 4,00x3,00                      | 8               |   |
| A-2                   | "            | "    | "         | "                         | tot spil  | "                              | 6               |   |
| A-3                   | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | 7               | Vanaf '62 zes bomen                           |
| B-4                   | Mn15A        | 7    | 1948/1949 | Golden Delicious EM IX    | Spil      | 4,00x1,75                      | 10              |   |
| B-7                   | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | "               | In '64 negen bomen                            |
| B-5                   | "            | "    | "         | Cox's Orange Pippin       | "         | "                              | "               | Vanaf '62 zeven bomen                         |
| B-8                   | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | "               | In '63 negen bomen                            |
| B-6                   | "            | "    | "         | Jonathan                  | "         | "                              | "               |   |
| B-9                   | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | "               |   |
| C-10                  | Mn35A        | 8    | 1946/1947 | Cox's Orange Pippin EM IX | Spil      | 3,85x3,00                      | 7               |   |
| C-11                  | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | "               |   |
| C-12                  | Mn25A        | "    | "         | Jonathan                  | "         | 3,85x1,50                      | 10              |   |
| C-13                  | Mn35A        | "    | "         | "                         | "         | "                              | "               |   |
| D-14                  | Mn35A        | 8    | 1953/1954 | Golden Delicious EM IV    | Ongevormd | 4,00x4,00                      | 4               |   |
| D-15                  | "            | "    | "         | "                         | tot haag  | "                              | "               |   |
| D-16                  | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | "               |   |
| D-17a                 | Mn25A        | "    | "         | Cox's Orange Pippin EM IX | Spil      | 4,00x2,60                      | 6               | In '62 vijf bomen en<br>in '63 weer zes bomen |
| E-18                  | Mn35A        | 8    | 1948/1949 | Cox's Orange Pippin EM IX | Spil      | 3,50x1,85                      | 8               |   |
| E-22                  | "            | "    | "         | Golden Delicious          | "         | "                              | "               |   |
| F-19                  | Mn82A        | 10   | 1948/1949 | Jonathan EM IV            | Spil      | 4,00x4,00                      | 4               |   |
| F-20                  | Mn35A        | 8    | "         | "                         | "         | "                              | "               |   |
| F-21                  | kZn13A       | 11   | "         | "                         | "         | "                              | "               |   |
| F-26                  | Mn82A        | 10   | "         | Golden Delicious EM IV    | "         | "                              | "               |   |
| G-23                  | Mn15A        | 7    | 1955/1956 | Golden Delicious EM IX    | Spil      | 2,75x2,24                      | 6               |   |
| G-24                  | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | 8               |   |
| G-25                  | "            | "    | "         | "                         | "         | "                              | 8               |   |
| H-27                  | Mn25A        | 8    | 1955/1956 | Golden Delicious EM IX    | Spil      | 4,00x2,00                      | 10              |   |
| H-28                  | "            | "    | "         | Cox's Orange Pippin       | "         | "                              | 8               |   |

## 2. DOEL EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

### 2.1 Doel

Bij het onderzoek is getracht inzicht te verkrijgen in de bodemkundige factoren, zoals profielopbouw, bodemstructuur, water- en luchthuishouding, die invloed hebben op de groei, de produktie en de kwaliteit van appels.

De bemesting is niet in het onderzoek betrokken. Uit gesprekken met fruittellers werd duidelijk, dat de giften aan kali, fosfor en stikstof voldoende hoog waren. Evenmin is er onderzoek gedaan naar de bewaarbaarheid van het produkt.

### 2.2 Opzet

#### 2.2.1 Ras, onderstam en boomvorm

Voor dit onderzoek werden de rassen Cox's O.P., Jonathan en Golden Delicious gekozen.

Cox's Orange Pippin staat sterk in de belangstelling van de fruitteler, omdat de vruchten door de consument hoog worden gewaardeerd. De resultaten op de bedrijven stellen echter vaak teleur. Het is een moeilijk te telen ras.

Jonathan is in en na de tweede wereldoorlog veel aangeplant.

Golden Delicious is door de hoge opbrengsten aantrekkelijk voor de teler. In verband met de smaak is het gewenst grove vruchten te telen. De huisvrouwen vragen een appel met een gladde schil. Daarom is de vruchtverruwing, die in sommige jaren optreedt, een probleem.

Aangezien verwacht wordt dat de fruitteler in de toekomst de voorkeur zal blijven geven aan kleine boomvormen, werd voor dit onderzoek overwegend het zwak groeiende onderstamtype EM IX gekozen. Op beperkte schaal werd daarnaast het matig sterk groeiende onderstamtype EM IV in het onderzoek betrokken. Hoewel deze onderstam op de eilanden thans weinig meer wordt geplant, vonden wij opnemings in het onderzoek toch verantwoord, omdat op de desbetreffende bedrijven de bodemgesteldheid op korte afstand varieerde.

Voor het onderzoek hebben wij vrijwel alleen plekken genomen, waarop bomen met een spilvorm staan. Deze boomvorm wordt algemeen toegepast. Niet alle bomen op de proefplekken zijn vanaf hun jeugd als spil opgekweekt.

Soms is een beplanting omgevormd van struik tot spil. Op één perceel zijn proefplekken met bomen van het haagstelsel in het onderzoek opgenomen. De gesteltakken van deze bomen liggen in de rijrichting en worden op hun plaats gehouden met draden.

#### 2.2.2 Keuze van de proefplekken

Het bodemkundig interpreteren van verkregen resultaten op verschillende gronden geeft bij de fruitteelt nogal eens aanleiding tot moeilijkheden, vooral wanneer per perceel slechts één proefplek is aangelegd. De niet-bodemkundige factoren kunnen de onderzoekresultaten dan zo sterk beïnvloeden, dat onderlinge vergelijking in verband met de bodemgesteldheid niet meer goed mogelijk is. Bij dit onderzoek bijvoorbeeld liep de plantafstand van bomen, veredeld op type EM IX, voor hetzelfde ras van bedrijf tot bedrijf sterk uiteen (tabel 1). Die verschillen in plantafstand kunnen invloed hebben op de produktie. Verder kunnen bijv. de bodembehandeling en de verzorging invloed uitoefenen op de groei en de produktie van de boom. Zij zouden zelfs de te onderzoeken factoren in belangrijkheid kunnen overtreffen.

Om de invloed van verschillen in bodembehandeling en teeltmaatregelen, die er tussen de bedrijven bestaan, zoveel mogelijk uit te schakelen, hebben wij de voorkeur gegeven aan twee of meer proefplekken bin-

nen één perceel, die van elkaar afwijken in bodemgesteldheid. Bij een dergelijke proefopzet komt de invloed van de bodemgesteldheid op het fruitgewas beter tot haar recht. De Bakker (1950), Butijn (1961) en Van Dam (1966) kozen bij hun onderzoek bewust "slechte plekken" in een boomgaard uit; wij hebben echter als norm het verschil in bodemgesteldheid genomen, speciaal het verschil in profielopbouw. Bij ons onderzoek was er tussen de proefplekken binnen één perceel dan ook niet altijd een duidelijk zichtbaar verschil in de omvang van de bomen.

Er werden echter ook proefplekken aangelegd op percelen zonder noemenswaardige bodemverschillen. In dergelijke gevallen deed bijvoorbeeld een onvoldoende ontwatering van het perceel of een veelheid van rassen op korte afstand ons besluiten een bedrijf toch in het onderzoek te betrekken.

Een steeds weerkerende vraag, die bij een dergelijk onderzoek wordt gesteld, is: hoe groot moet het aantal bomen per proefplek zijn? Bij dit onderzoek liet de variatie in plantafstand tussen de bedrijven geen vast aantal bomen per proefplek toe. Het aantal bomen op type EM IX varieerde van 6 tot 10 stuks per proefplek, de oppervlakte liep uiteen van 40 tot 96 m<sup>2</sup>.

Op elk van de zeven proefplekken met onderstammen van het type EM IV stonden vier bomen per oppervlakte van 64 m<sup>2</sup> (tabel 1).

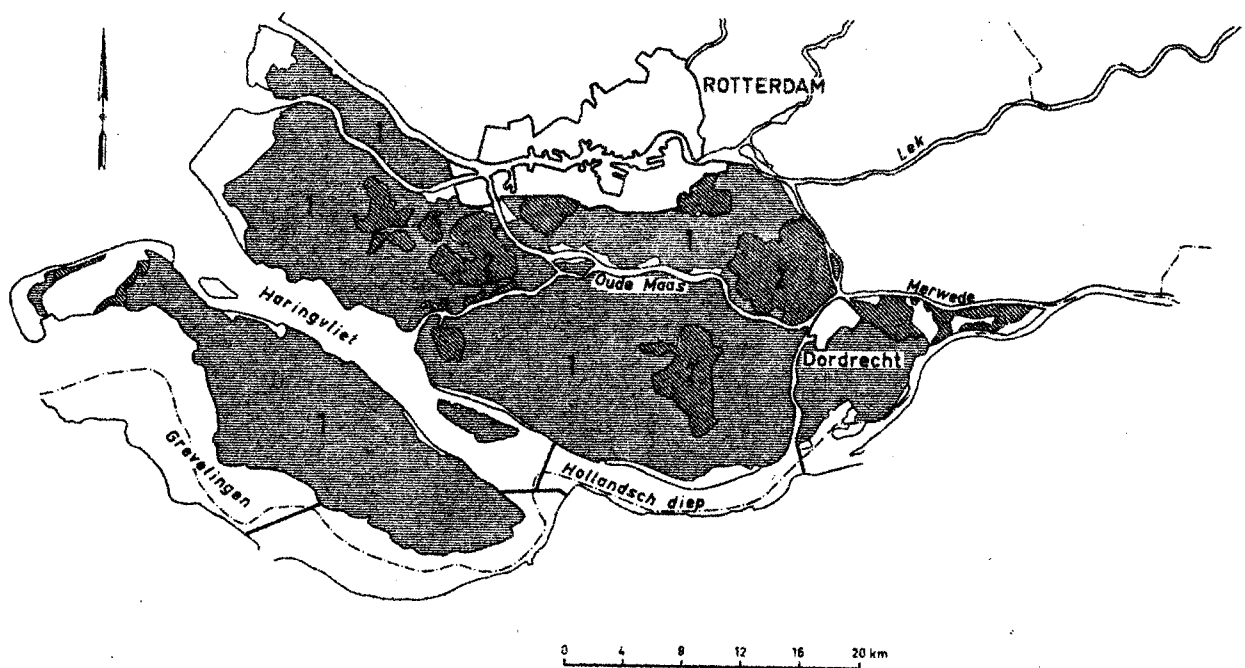


Fig.1 Verbreiding van de kalkrijke lichte klei- en zavelgronden(1) op de Zuidhollandse Eilanden.  
2 = overige zeekleigronden en klei-op-veengronden



### 3. GLOBALE BESCHRIJVING VAN DE GEOLOGISCHE OPBOUW VAN HET ONDERZOCHETE GEBIED

De Zuidhollandse Eilanden behoorden voor het begin der jaartelling tot het uitgestrekte veenlandschap van Holland en Utrecht, waarin rivieren zich een uitweg zochten naar zee. In de daarop volgende eeuwen liet het water het gebied niet ongemoeid.

De transgressie, die kort voor de Romeinse tijd plaatsvond, is zeer bekend geworden. Op Goeree-Overflakkee, op westelijk Voorne en in oostelijke richting, vooral langs de boorden van de rivieren, werd toen klei met ongunstige eigenschappen afgezet. Deze laag vindt men thans nog in de ondergrond terug. De aanwezigheid van een andere kleilaag, die kort na het begin van de jaartelling is afgezet en die in Zeeland een grote bekendheid geniet, is in dit gebied echter niet duidelijk aantoonbaar. Plaatselijk komt op de eilanden in de ondergrond kalkloze klei op veen voor, waarvan men de ouderdom niet kent. Dit is bijv. het geval in een aantal vroeg bekaide polders, die ook wel bekend staan als "oude kernen". Ook de bovengrond in deze polders heeft gewoonlijk minder gunstige eigenschappen; hij is o.m. kalkloos, knippig en heeft soms een lage pH. Bij doorbraken zijn een aantal van de eerst bedijkte polders verloren gegaan. Bekend in dit verband is de St. Elizabethsvloed (1421), die het landschap in het oosten van het door ons onderzochte gebied ingrijpend heeft veranderd. Kort hierna begon men op grote schaal land in te polderen. In de jonge polders, die kort voor en na de St. Elizabethsvloed zijn bedijkt, bestaat de grond meestal uit dikke pakketten kalkrijke lichte klei en zavel. Figuur 1 geeft de verbreiding op de eilanden weer. Door hun gunstige eigenschappen is juist op deze gronden de fruitteelt tot ontwikkeling gekomen.

De kalkrijke klei- en zavelgronden hebben meestal een zogenaamd aflopend profiel, d.w.z. met het toenemen van de diepte worden ze lichter van samenstelling. Bij het ontstaan van deze gronden is in de eerste fase van de opslibbing zeer licht materiaal afgezet. In een later stadium kwam er lutumrijker materiaal tot bezinking. Dit werd vooral bevorderd toen het slik voldoende hoog was opgeslibd, er minder water werd aangevoerd en er zich een vegetatie had ontwikkeld. De begroeiing remde de stroomsnelheid van het water af en ging fungeren als "slibvanger".

De opslibbing verliep niet altijd even geleidelijk. Daardoor is de ondergrond van de klei- en zavelgronden meestal opgebouwd uit een complex van afwisselend zwaardere en lichtere laagjes, waarvan de dikte sterk varieert. Soms vindt men deze gelaagdheid ook ondiep in het profiel. Ook zijn er plaatsen waar de opslibbing plotseling een aanvang nam; hier ligt een zwaardere bovenlaag scherp begrensd op lichter materiaal. In sommige profielen ligt een zwaardere kalkrijke laag dicht onder het maaiveld. Bij de beschrijving van de proefplekken (paragraaf 5.5) zijn deze variaties eveneens gerangschikt onder de aflopende profielen.

Op plaatsen waar de opslibbing zeer geleidelijk verliep, ontstonden zgn. homogene profielen. De zwaarte van het materiaal blijft in deze profielen met het toenemen van de diepte nagenoeg gelijk.

Meestal kwam het in de eerste fase van de opslibbing tot vorming van zandplaten. In een later stadium werden deze door een klei- of zavel-laag afgedekt. Daar waar de platen uit kleiarm zand bestaan en slechts met een dunne klei- of zavel-laag zijn afgedekt, worden plaatgronden onderscheiden (klei- en zavelgronden op zand). In de overige gevallen spreekt men op de eilanden van schor- en gorsgronden (homogene en aflopende klei- en zavelgronden).

Het milieu, waarin de sedimentatie plaatsvond, stond op de eilanden onder invloed van zowel de zee als van de rivieren. In het oosten van het gebied, vooral daar, waar tijdens de sedimentatie de riviergro-

te invloed had, komen sterk kalifixerende gronden voor. Onder dit verschijnsel wordt verstaan, dat aan de grond toegediende kalizouten in een niet direct beschikbare vorm worden vastgelegd. Daardoor komt de bemesting vaak niet goed tot haar recht.

#### 4. BODEMGESTELDHEID EN WATERHUISHOUDING

##### 4.1 Kaarteenheden

Volgens het nieuwe "Systeem van bodemclassificatie voor Nederland" (De Bakker en Schelling, 1966) behoren de schor- en gorsgronden in het onderzochte gebied tot de vaaggronden; dat zijn de gronden zonder een duidelijke profielontwikkeling. Verreweg de grootste oppervlakte wordt ingenomen door de kalkrijke poldervaaggronden of met andere woorden: door de normale zeekleigronden.

In de legenda van "De bodemkaart van Nederland", schaal 1 : 50 000, die op het genoemde systeem gebaseerd is, zijn deze gronden ingedeeld naar het z.g. profielverloop en de bouwvoorzwarte. Er zijn in deze legenda vijf profielverlopen onderscheiden waarvan slechts de nummers 2 en 5 voor de in het onderzoek opgenomen gronden van belang waren. De beschreven gronden hebben echter overwegend profielverloop 5, d.w.z. ze zijn homogeen of aflopend.

Daar waar zand -dat is in de zin van de bodemclassificatie mineraal materiaal met minder dan 8% lutum en minder dan 50% leem- tot afzetting kwam, is een ander profielverloop onderscheiden. Kleigronden met een zandlaag van meer dan 20 cm dikte, beginnend tussen 25 en 80 cm, hebben profielverloop 2, tenzij het kleifg uiterst fijn zand betreft (5-8% lutum;  $M_{50} < 105 \mu$ ); gronden met een dergelijke zandlaag of ondergrond worden namelijk ingedeeld bij profielverloop 5.

Op enkele plaatsen in het onderzochte gebied komen kalkhoudende vlakvaaggronden voor. Het betrof hier zandgronden (binnen 80 cm meer dan 40 cm zand) met een kleidek.

Voor de bouwvoorzwarte geldt een indeling in lutumklassen.

Van de poldervaaggronden waren in het onderzoek betrokken de kaarteenheden <sup>1)</sup> Mn15a (bouwvoorzwarte 8-17,5% lutum), Mn25A (17,5-25% lutum), Mn35A (25-35% lutum) en Mn82A (>25% lutum) en van de kalkhoudende vlakvaaggronden kaarteenheid kZn13A, waarvan het kleidek ca. 20% lutum had.

Het humusgehalte in de bovengrond van de proefplekken liep uiteen van 2 tot 3,5%, met uitzondering van één proefplek, waar het 5-8% bedroeg.

Voor een uitvoerige beschrijving van de kaarteenheden verwijzen wij naar de toelichting bij de kaartbladen 43 West en 43 Oost (Stichting voor Bodemkartering, 1964 en 1967).

##### 4.2 Bodemstructuur

Om het verband tussen bodemgesteldheid en beworteling vast te stellen, is in de loop van vier jaar op 27 proefplekken in profielkuilen het profiel beschreven. Hierbij werd ook de structuur van de grond opgenomen en wel tot een diepte van één meter beneden maaiveld op de wijze zoals Jongerius (1957) dat heeft beschreven. Hij definieert de bodemstructuur als volgt:

Bodemstructuur is de ruimtelijke rangschikking van de elementaire bestanddelen en hun eventuele aggregaten, alsmede van de holten, die in de bodem voorkomen.

De definitie omvat zowel structuren met als zonder structuurelementen. Onder een structuurelement wordt verstaan een brokje grond met min of meer duidelijke natuurlijke vlakken. De structuren zonder elementen worden nader onderverdeeld op uitsluitend morfologische kenmerken, terwijl de indeling van die met elementen berust op ontstaanswijze. Bij het onderzoek werden een aantal structuurvormen uit beide hoofdgroepen aangetroffen.

-----  
<sup>1)</sup> Een kaarteenheid omvat een aantal gronden, die door hun gemeenschappelijke kenmerken bij elkaar horen.

## A. HOLOËDRISCHE ELEMENTEN



A5a1



A5a3



A5a4



A4a1



A4a3



A4a4



A3

a Onregelmatig afgerond

De typen zijn onderverdeeld naar porositeit (1, 3 en 4)

## B. PRISMATISCHE ELEMENTEN



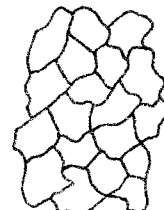
B5a



B5c



B4d



B3a

Onderverdeeld naar typen der elementen van lagere orde

Bijv.  $\frac{B3a}{A4a1}$

$\frac{B3a}{A5a4}$

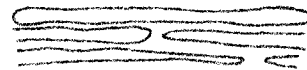
## C. PLATIGE ELEMENTEN



C1



C2

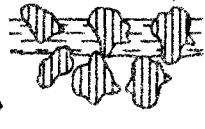


C3

## E. COLLAPS STRUCTUREN

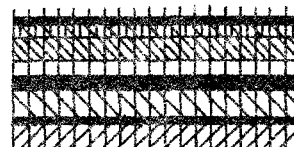


E1



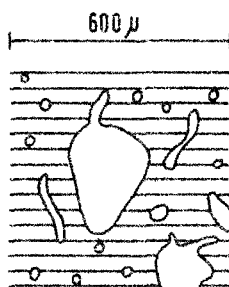
E2

## H. GEËRFDE MACRO BOUWPATRONEN

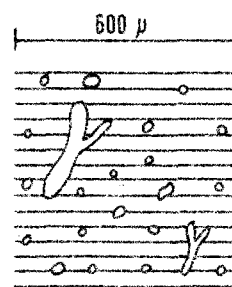


H1

## G. GATENSTRUCTUREN



G1b



G1c

Fig.2 Schematische voorstelling van de onderscheiden structuurvormen

Op de eilanden hangt de ontstaanswijze van structuren met elementen nauw samen met bodemvormende processen. In de eerste fase van de bodemvorming ontstaan in kleigronden ten gevolge van fysische rijping voornamelijk verticale scheuren. In materiaal met een laag lutumgehalte en in materiaal met een hoog humusgehalte treedt echter weinig of geen scheurvorming op.

Bij het voortschrijden van het rijpingsproces ontstaan met name in zwaarder materiaal structuurelementen met platte vlakken en scherpe ribben. Biologische activiteiten vervormen en verkleinen deze elementen, wat gezien mag worden als een gunstige ontwikkeling. De beste kansen voor een rijk biologisch leven zijn aanwezig in de bovenste lagen van het profiel. Op deze plaats is de aanvoer van organisch materiaal, dat noodzakelijk is om het bodemleven in stand te houden, het grootst. In de diepere lagen verloopt het proces van de structuurvorming veel trager of is het nog niet op gang gekomen. Zelfs in gerijpte profielen komen daar maar sporadisch structuurelementen voor, uitgezonderd in lichte kleilagen.

Ook zijn er structuurvormen die geheel of gedeeltelijk het gevolg zijn van menselijke activiteiten. Zij behoren tot de groep met structuurelementen en worden gewoonlijk in de bouwvoor aangetroffen.

Van de structuren met elementen wordt de structuurgraad bepaald. Hieronder verstaat men de mate van ontwikkeling, de stevigheid (cohesie) van de elementen en de kracht, waarmee ze te scheiden zijn. De structuurgraad is het hoogst, wanneer de grondmassa bij de minste verstoring uiteenvalt in veel hele elementen met een grote duurzaamheid (structuurgraad 2,  $2\frac{1}{2}$  en 3). Daarentegen vertoont een grond met een lage structuurgraad bij verstoring nauwelijks hele elementen (structuurgraad  $\frac{1}{2}$ , 1 en  $1\frac{1}{2}$ ). Uit de definitie blijkt, dat de bodemstructuur mede bepaald wordt door de holten in de elementen.

De porositeit van de elementen wordt uitgedrukt met behulp van de volgende cijfers:

- 1 heterogeen poriënstelsel
- 2 overwegend microporiën
- 3 overwegend macroporiën
- 4 geen poriën

De basis voor een nadere structuurindeling berust op de vorm van de elementen. Ze kunnen in drie groepen worden verdeeld, die worden aangegeven met de letters A, B en C (zie fig.2).

A. Holoëdrische elementen (langs de drie assen vrijwel even sterk ontwikkeld)

Bij de opname treffen wij drie vormen aan:

- A5, blokkig; de elementen hebben platte vlakken, soms schelpvormig, en scherpe ribben,
- A4, afgerond blokkig; de elementen hebben ten dele afgeronde hoeken en ribben,
- A3, granulairen; de elementjes hebben een sterk afgeronde vorm.

B. Prismatische elementen (langs de verticale as het sterkst ontwikkeld)

Er worden in deze groep enkelvoudige en samengestelde prisma's onderscheiden:

- B5, enkelvoudig prisma; deze wordt onderverdeeld in een ruw (B5a) en een glad prisma (B5c),
- B4d, platig gesegmenteerd prisma; het prisma is opgebouwd uit dunne plaatjes,
- B3a, samengesteld ruw prisma; het prisma is opgebouwd uit blokkige of afgerond blokkige elementen.

C. Platige elementen (langs de horizontale assen het sterkst ontwikkeld)

C1, afgeplatte holoëden;

C2, samengestelde plaat; deze is ontstaan uit het type van de gestapelde platen,

C3, gestapelde platen; deze structuurvorm bestaat uit enkelvoudige plaatvormige elementen, die in dikke pakketten op elkaar liggen.

Van de structuren zonder elementen werden de volgende vormen aangetroffen:

E. Collapsstructuren

Aan het oppervlak zijn de structuurelementen geheel (E1) of voor een deel (E2) vernietigd. De daarbij ontstane dichte grondmassa is met de onderliggende structuurelementjes verbonden.

G. Gatenstructuur

G1b, de grond is doorvlochten met een netwerk van zowel wijde als nauwe poriën,

G1c, de grond is doorvlochten met een netwerk van overwegend nauwe poriën.

H. Geërfde macrobouwpatronen

Hieronder verstaan we de fijngelaagde sedimenten met wisselende korrelgrootte; ze worden gemakshalve ook wel gelaagd complex genoemd. De bandjes kunnen sterk in dikte variëren. Er is geen nadere indeling naar de aard en de dikte van de bandjes.

4.3 Water- en luchthuishouding

Alle percelen met proefplekken waren gedraineerd. De uiteinden van de drains mondden uit in een sloot of wetering. Tijdens de onderzoeksperiode werden enkele percelen opnieuw gedraineerd of werden er opnieuw maatregelen getroffen om de afvoer van overtollig water te verbeteren.

Aanvoer van water had alleen plaats op bedrijf F en wel in juli 1961. Het slootwaterpeil werd toen opgevoerd, zodat het water via de drains de grond kon binnendringen.

Om te kunnen beoordelen of de gronden voldoende diep waren drooggelegd, werden op vrijwel alle proefplekken midden tussen twee drainreksen grondwaterstandsbuizen geplaatst. Wij gebruikten daarvoor plastic buizen die tot ca. 2 m beneden het maaioppervlak reikten. De onderste helft van de buis was geperforeerd en om het verzanden of dichtslibben tegen te gaan met een katoenen kous omwikkeld, die later vervangen werd door een nylonkous. Enkele proefplekken lagen zo dicht bij elkaar, dat daar met één buis kon worden volstaan. Op andere proefplekken daarentegen werden twee of meer buizen geplaatst, tot 2 m of ondieper. Ze dienden gedeeltelijk voor controle en voor het meten van eventuele schijnspiegels boven vermoedelijk minder goed doorlatende lagen. De verschillen in grondwaterstand tussen de buizen op één proefplek waren echter gering en kunnen om deze reden onbesproken blijven.

De opname van de grondwaterstanden vond niet altijd met gelijke tussenpozen plaats. In de wintermaanden werd er vaker gemeten dan in de zomer. Tijdens vorst- of dooiperiodes bleef opname achterwege.

Voor het interpreteren van de waterhuishouding van een grond is het van belang, dat men is geïnformeerd over het optreden van de hoge en lage grondwaterstanden. Het gemiddelde van de hoogste resp. de laagste grondwaterstand wordt bij de Stichting voor Bodemkartering berekend uit de grondwaterstandgegevens van veertiendaagse metingen op

Tabel 2. Gegevens over grondwaterstanden <sup>1)</sup>

| Proef-<br>plek<br>nr. | Hoogste                            | Op één na<br>hoogste               | Gemeten grondwaterstand |                | Opmerkingen  |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------|--|
|                       | Gemeten grondwaterstand<br>cm -mv. | Gemeten grondwaterstand<br>cm -mv. | Maart<br>cm -mv.        | Mei<br>cm -mv. |  |
| A- 1                  | 58                                 | 74                                 | 98                      | 116            | In december 1961 is de drainage op het perceel verbeterd. Vermoedelijk kwel.   |
| A- 2                  | 56                                 | 67                                 | 82                      | 104            |  |
| A- 3                  | 25                                 | 36                                 | 70                      | 92             |  |
| B- 4                  | 33                                 | 40                                 | 66                      | 93             | Perceel is begin mei 1962 opnieuw gedraineerd. Onderbemaling door windmolen. Grondwaterstandsbuizen op B-5 en B-8.<br>B-5 ligt tussen B-4 en B-6.<br>B-8 ligt tussen B-7 en B-9. |
| B- 5                  | 33                                 | 40                                 | 66                      | 93             |  |
| B- 6                  | 33                                 | 40                                 | 66                      | 93             |  |
| B- 7                  | 35                                 | 37                                 | 66                      | 89             |  |
| B- 8                  | 35                                 | 37                                 | 66                      | 89             |  |
| B- 9                  | 35                                 | 37                                 | 66                      | 89             |  |
| C-10                  | 39                                 | 45                                 | 93                      | 109            |  |
| C-11                  | 52                                 | 53                                 | 112                     | 132            |  |
| C-12                  | 64                                 | 73                                 | 131                     | 152            |  |
| C-13                  | 62                                 | 70                                 | 115                     | 128            |  |
| D-14                  | 39                                 | 51                                 | 119                     | 141            | In maart 1962 perceel opnieuw gedraineerd. D-15 korte buis. Proefplek ligt tussen D-14 en D-16. D-17 ligt op ander perceel.  |
| D-15                  | 33                                 | 40                                 |                         |                |  |
| D-16                  | 30                                 | 41                                 | 113                     | 139            |  |
| D-17                  | 37                                 | 39                                 | 89                      | 120            |  |
| E-18                  | 58                                 | 60                                 | 106                     | 125            | Geen buis. Ligt naast E-18.  |
| E-22                  | 58                                 | 60                                 | 106                     | 125            |  |
| F-19                  | 59                                 | 61                                 | 92                      | 106            | Op bedrijf F is in 1961 tussen 7 juli en 1 aug. de slootwaterstand tijdelijk verhoogd met uitzondering van F-21.<br>Geen buis. Proefplek ligt naast F-19.                        |
| F-20                  | 52                                 | 58                                 | 92                      | 105            |  |
| F-21 <sup>1')</sup>   | 78                                 | 88                                 | 112                     | 124            |  |
| F-26                  | 59                                 | 61                                 | 93                      | 106            |  |
| G-23 <sup>1')</sup>   | 32                                 | 45                                 | 63                      | 82             |  |
| G-24 <sup>1')</sup>   | 18                                 | 37                                 | 57                      | 83             |  |
| G-25 <sup>1')</sup>   | 37                                 | 38                                 | 70                      | 87             |  |
| H-27 <sup>1')</sup>   | 26                                 | 28                                 |                         | 112            | Geen buis. Proefplek ligt naast H-28. Weinig waarnemingen.   |
| H-28 <sup>1')</sup>   | 26                                 | 28                                 |                         | 112            |  |

<sup>1)</sup> De gemiddelde laagste grondwaterstand ligt voor alle proefplekken beneden 120 cm -mv.

<sup>1')</sup> Eerste grondwaterstandopname in het voorjaar van 1962.

een bepaalde plaats. Hiervoor gebruikt men normaal gegevens van tenminste acht waterhuishoudkundige jaren (van april tot april). Over zoveel grondwaterstandopnamen beschikten wij echter niet. Om aan het begin van het onderzoek toch reeds een indruk te krijgen van de waterhuishouding is uit bepaalde profielkenmerken, die met het actuele grondwaterstandsverloop samenhangen, de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand geschat. Van de gegevens, verkregen bij de opname, zijn de hoogste en de op één na hoogste gemeten grondwaterstanden in tabel 2 vermeld. Het is bekend, dat de gemiddeld hoogste grondwaterstanden daar beneden blijven. Met het oog op de ontwikkeling van de bomen is in de fruitteelt informatie over de diepte van de grondwaterstand in het voorjaar belangrijk. Om in deze behoefte te voorzien, werden uit de beschikbare gegevens de gemiddelde grondwaterstanden in maart en in mei berekend (tabel 2).

#### 4.4 Bemonstering van de proefplekken

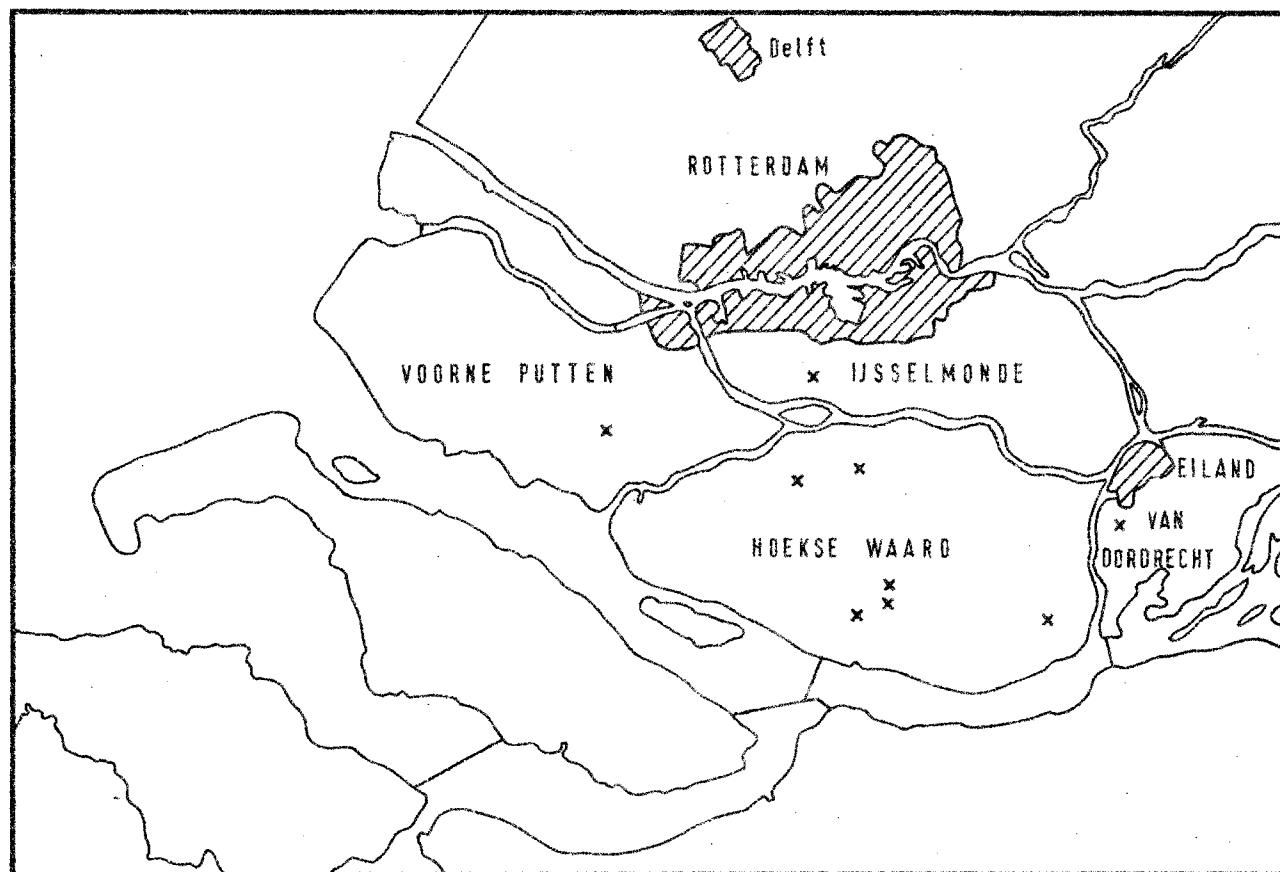
Bij de meeste profielen zijn van de onderscheiden lagen grondmonsters genomen voor granulometrisch en/of chemisch grondonderzoek. Voorts werden uit deze lagen, met behulp van metalen cilinders van 100 cm<sup>3</sup> inhoud, monsters genomen voor pF-onderzoek. Er bestond enige twijfel over of met cilinders met een betrekkelijk kleine inhoud ongestoorde monsters konden worden genomen. Daarom werden ter toetsing op enkele proefplekken in lagen met samengestelde prisma's bovendien metalen cilinders gebruikt met een inhoud van 400 en 1000 cm<sup>3</sup>. De verschillen t.o.v. de kleine waren bij deze gronden verwaarloosbaar klein.

De monsters van de vijf proefplekken, die betrokken waren in het gezamenlijk onderzoek van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en de Stichting voor Bodemkartering, werden in het laboratorium van de eerstgenoemde dienst te Kampen geanalyseerd. De monsters van de overige proefplekken zijn onderzocht door het Bedrijfslaboratorium voor Gronden en Gewasonderzoek te Oosterbeek.

Verder zijn op verschillende proefplekken in de jaren 1961 t/m 1964 monsters genomen voor de bepaling van het vochtgehalte. Dit gebeurde meermalen per groeiseizoen en wel van lagen op verschillende diepte in het profiel.

De resultaten van de bemonsteringen, behalve die van pF- en vochtonderzoek, staan vermeld in tabel 3, die achterin dit rapport is opgenomen.





Schaal 1:400000

Fig.3 De ligging van de bedrijven met één of meer proefplekken

## 5. UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

### 5.1 Aanleg van de proefplekken

Het zoeken naar geschikte proefplekken, waarmee in 1961 een aanvang werd gemaakt, werd in 1962 voortgezet. Gegevens betreffende de verbreiding van de proefplekken over de kaarteenheden van zowel de bodemkaart van Nederland op schaal 1 : 50 000 als van die op schaal 1 : 200 000 (Van Wallenburg, 1966), de tijd van aanplant, ras en onderstam, enz. staan in tabel 1.

De leeftijd van de aanplant werd zodanig gekozen, dat de mogelijkheid van een volle produktie aanwezig was. We maakten hierop één uitzondering, namelijk voor een jong bedrijf met een proefplek Cox's O.P. EM IX en Golden Delicious EM IX. In het jaar van aanleg der proefplekken kon daar voor het eerst een redelijke produktie worden verwacht.

Bij het zoeken van de proefplekken moest aandacht aan de ligging ten opzichte van het windscherm worden besteed. Vooral bij meer proefplekken op één perceel is dat een factor van betekenis, omdat binnen een perceel de beschuttende werking van een windsingel niet overal gelijk behoeft te zijn. Een ongelijke invloed van het windscherm op de bomen van de verschillende proefplekken zou de oorzaak kunnen zijn van een verschil in resultaten.

In alle boomgaarden stonden de bomen geplant in het midden van een ca. 2 m brede strook grond, waarop het onkruid de laatste jaren met chemische middelen is bestreden. Hiertussen lagen met gras begroeide rijstroken.

De ligging van de bedrijven is weergegeven in fig. 3.

### 5.2 Beschrijving van de proefplekken

#### Bedrijf A

Kaarteenheden: Mn25A.

Ras: Cox's Orange Pippin EM IX op proefplekken nrs. 1, 2 en 3. De proefplekken liggen in dezelfde rij.

1: Aflopend profiel; op ongeveer 75 cm beneden maaiveld overgang naar kleiig, uiterst fijn zand, duidelijk gelaagd met bandjes zware zavel.  
Goed ontwaterd.

2: Sterk aflopend profiel; op 40 à 45 cm beneden maaiveld een scherp begrensde overgang naar kleiig, uiterst fijn zand. Zwak gelaagd op 80 cm beneden maaiveld; duidelijk gelaagde, niet-gerijpte kleibandjes op 90 cm.  
Goed ontwaterd.

3: Aflopend profiel; op 40 à 45 cm diepte zware zavel, duidelijk gelaagd met bandjes kleiig, uiterst fijn zand.  
Matig tot slecht ontwaterd.  
Vermoedelijk een kwelplek.

#### Bedrijf B

Kaarteenheden: Mn15A.

Rassen: Cox's Orange Pippin EM IX op proefplekken nrs. 5 en 8,

Golden Delicious EM IX op proefplekken nrs. 4 en 7,

Jonathan EM IX op proefplekken nrs. 6 en 9.

De nrs. 4, 5 en 6 liggen naast elkaar, evenals de nrs. 7, 8 en 9.

4-9: Homogene profielen; soms op 95 cm beneden maaiveld duidelijk gelaagd materiaal en bandjes organische stof.  
Matig tot slecht ontwaterd.

Bedrijf C

Kaarteenheid: Mn35A.

Rassen: Cox's Orange Pippin EM IX op proefplekken nrs. 10 en 11,  
Jonathan EM IX op proefplek nr. 13.

Kaarteenheid: Mn25A.

- Ras: Jonathan EM IX op proefplek nr. 12.  
De bomen van de nrs. 10 en 11 liggen in één rij, evenals die van de nrs. 12 en 13.
- 10: Aflopend profiel; gaat op 60 cm beneden maaiveld scherp begrensd over in licht materiaal en op 70 cm in kleiïg, uiterst fijn zand, duidelijk gelaagd met bandjes organische stof en slib. Goed ontwaterd.  
Vóór het inplanten was proefplek 10 in gebruik als grasland.
- 11: Aflopend profiel; op 50 à 55 cm beneden maaiveld zwak gelaagd licht materiaal. Op 70 cm beneden maaiveld kleiïg, uiterst fijn zand, duidelijk gelaagd met bandjes zware zavel. Op 80 cm kleiïg, uiterst fijn zand, duidelijk gelaagd met bandjes organische stof. Zeer goed ontwaterd.
- 12: Aflopend profiel; van 40 tot 55 cm beneden maaiveld een "zwaardere" (kalkrijke) laag. Op 60 à 70 cm beneden maaiveld kleiïg, uiterst fijn zand, duidelijk gelaagd met bandjes organische stof en slib. Zeer goed ontwaterd.
- 13: Aflopend profiel; gaat op 60 cm beneden maaiveld over in zwak gelaagd, licht materiaal en op 80 cm in kleiïg, uiterst fijn zand, duidelijk gelaagd met bandjes slib en organische stof. Zeer goed ontwaterd.

Bedrijf D

Kaarteenheid: Mn35A.

Ras: Golden Delicious EM IV op proefplekken nrs. 14, 15 en 16.  
De proefplekken liggen in één rij en zijn van elkaar gescheiden door één boom.

Kaarteenheid: Mn25A.

- Ras: Cox's Orange Pippin EM IX op proefplekken nrs. 17a en 17b.  
Deze twee proefplekken liggen op een ander perceel van het bedrijf. Binnen het perceel liggen ze vrijwel naast elkaar.
- 14: Aflopend profiel; op 20 tot 40 à 45 cm beneden maaiveld een "zwaardere" (kalkrijke) laag. Op 60 à 70 cm beneden maaiveld zwak gelaagd, licht materiaal, dat op ongeveer 90 cm overgaat in duidelijk gelaagd kleiïg, uiterst fijn zand. Zeer goed ontwaterd.
- 15: Aflopend profiel; op 20 tot 40 cm beneden maaiveld een "zwaardere" (kalkrijke) laag. Gaat op 50 à 60 cm scherp over in zwak gelaagd, licht materiaal. Zeer goed ontwaterd.
- 16: Sterk aflopend profiel; op 25 à 30 cm diepte een scherp begrensde overgang van zwaar naar licht materiaal. Op 60 cm beneden maaiveld zwak gelaagd en op 90 cm duidelijk gelaagd materiaal. Zeer goed ontwaterd.
- 17a en 17b: Aflopend profiel; op 40 cm beneden maaiveld overgaand in zeer lichte zavel tot kleiïg, uiterst fijn zand; op 60 à 70 cm duidelijk gelaagd. Goed ontwaterd.

Bedrijf E

Kaarteenheid: Mn35A.

Rassen: Cox's Orange Pippin EM IX op proefplek nr. 18,  
Golden Delicious EM IX op proefplek nr. 22.  
De proefplekken liggen tegenover elkaar, gescheiden door een  
pad.  
18 en Homogeen tot licht aflopende profielen; op 80 cm beneden  
22: maaiveld zwak gelaagd.  
Zeer goed ontwaterd.

Bedrijf F

Kaarteenheid: Mn82A.

Rassen: Golden Delicious EM IV op proefplek nr. 26,  
Jonathan EM IV op proefplek nr. 19.

Kaarteenheid: Mn35A.

Ras: Jonathan EM IV op proefplek nr. 20.

Kaarteenheid: kZn13A.

Ras: Jonathan EM IV op proefplek nr. 21.  
De proefplekken liggen verspreid over het perceel.  
19: Plaatgrond; op 45 à 60 cm beneden maaiveld kleiarm, fijn zand,  
zwak gelaagd; op 90 à 100 cm duidelijk gelaagd kleiïg, uiterst  
fijn zand.  
Goed ontwaterd.  
26: Plaatgrond; op 45 à 55 cm beneden maaiveld kleiarm, zeer fijn  
zand; op 60 cm zwak en op 70 cm duidelijk gelaagd kleiïg,  
uiterst fijn zand.  
Goed ontwaterd.  
20: Aflopend profiel; op 80 cm beneden maaiveld zwak gelaagd, klei-  
arm, zeer fijn zand.  
Goed ontwaterd.  
21: Ondiepe plaatgrond; 30 à 35 cm dik kleidek rustend op kleiarm,  
uiterst fijn zand; op 40 cm zwak gelaagd en op 60 cm beneden  
maaiveld kleiarm, uiterst fijn zand, duidelijk gelaagd met  
bandjes slib en organische stof.  
Zeer goed ontwaterd.

Bedrijf G

Kaarteenheid: Mn15A.

Ras: Golden Delicious EM IX op proefplekken nrs. 23, 24 en 25.  
De proefplekken liggen op één rij.  
23: Aflopend profiel; tussen 25 en 40 cm beneden maaiveld een  
"zwaardere" (kalkrijke) laag; op 70 cm beneden maaiveld zwak  
gelaagd, licht materiaal.  
Matig tot slecht ontwaterd.  
24: Aflopend profiel; vanaf 50 cm beneden maaiveld zwak gelaagd,  
op 70 cm overgaand in zwak gelaagd, kleiïg, uiterst fijn zand.  
Matig tot slecht ontwaterd.  
25: Sterk aflopend profiel; van 40 cm tot 65 à 70 cm beneden  
maaiveld kleiïg, uiterst fijn zand, plaatselijk zwak gelaagd.  
Op 65 à 70 cm overgaand in duidelijk gelaagd, zandig materiaal.  
Matig tot slecht ontwaterd.

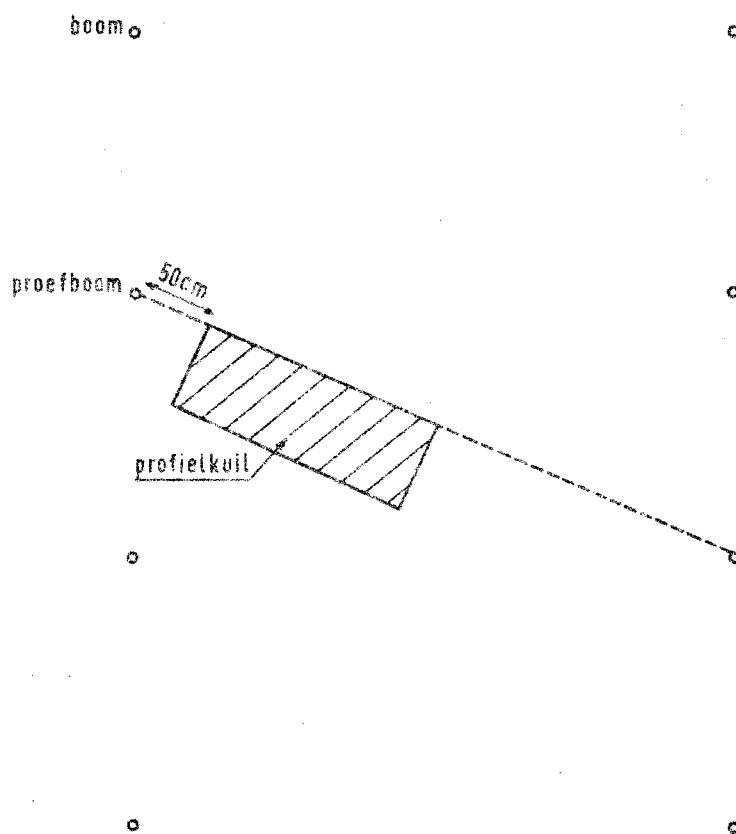


Fig.4 De ligging van de profielkuil ten opzichte van de proefboom

## Bedrijf H

Kaarteenheid: Mn25A.

Rassen: Cox's Orange Pippin EM IX op proefplek nr. 28,  
Golden Delicious EM IX op proefplek nr. 27.

De proefplekken liggen naast elkaar.

27: Aflopend profiel; van 40 cm tot 70 cm beneden maaiveld zwak gelaagd.

Goed ontwaterd.

28: Aflopend profiel; van 35 à 40 cm tot 70 cm beneden maaiveld zwak gelaagd.

Goed ontwaterd.

### 5.3 Beworteling

De beworteling werd vastgelegd volgens de methode, die Butijn (1958) in ons land heeft geïntroduceerd. Er werd een profielkuil gegraven langs een der diagonale lijnen, die in een rechthoek van vier bomen kan worden getrokken en wel zodanig dat de ene verticale zijde van de profielwand op 0,50 m van de stam van de proefboom ligt en de andere samenvalt met het snijpunt van de diagonale lijnen. De lengte van de profielwand was dus afhankelijk van de plantafstand. De kuil lag altijd rechts van de proefboom als men met het gezicht naar de profielwand gekeerd stond (fig.4).

De wortels werden met behulp van een mes blootgelegd, waarna de plaats en de dikte werd uitgezet op mm-papier op schaal 1 : 10, tot een diepte van 1 m (fig.5). Van de dode wortels werd wel de plaats, maar niet de dikte aangegeven. Beneden 1 m was de beworteling gewoonlijk te verwaarlozen of ontbrak ze.

Om de beworteling van de gronden met elkaar te kunnen vergelijken hebben we gewerkt met het begrip wortelzone. De term wortelzone heeft een andere betekenis dan worteldiepte. Butijn (1961) verstaat onder het begrip wortelzone het gedeelte van het profiel, dat, gerekend vanaf het maaiveld, 90 % van de levende wortels dunner dan 1 mm bevat.

Om vergelijkingen te kunnen trekken is de intensiteit van de beworteling in een profiel eveneens van belang. Butijn (1961) gebruikt daarvoor het begrip "worteldichtheid", waaronder hij verstaat het aantal fijne wortels (dunner dan 1 mm), dat gemiddeld per m<sup>2</sup> binnen de wortelzone in een profielwand wordt aangetroffen.

### 5.4 Ontwikkeling van het gewas en bedekkingsgraad

Opdat we de ontwikkeling van de bomen konden volgen, werden elk jaar na het snoeien de lengte, breedte en hoogte van de kroon vastgesteld. Uit deze gegevens kan de boominhoud in m<sup>3</sup> en de kroonoppervlakte in m<sup>2</sup> worden berekend. Onder m<sup>2</sup> kroonoppervlakte verstaat het Landbouw Economisch Instituut (Spoor, 1966) de horizontale doorsnede van de boom. Aan de hand van kroonoppervlakte en plantafstand kan men vervolgens berekenen welk deel procentgewijs door de kroonoppervlakte in beslag wordt genomen. Het LEI noemt dit deel de benuttingsfactor. Bomen met gelijke kroonoppervlakte kunnen een verschillende benuttingsfactor hebben als de plantafstand verschillend is.

De benuttingsfactor is dus de beplantingsdichtheid, gezien in relatie met de zuiver beteelbare oppervlakte. Wordt de kroonoppervlakte berekend ten opzichte van de totale oppervlakte van het perceel, dus met inbegrip van windschermen, paden enz., dan gebruikt het LEI de term beplantingsdichtheid. Voor de vergelijking van de proefplekken hebben wij de benuttingsfactor gebruikt, die echter in dit rapport bedekkingsgraad genoemd wordt. De reden hiervan is, dat het LEI de bomen op een ander tijdstip meet dan wij bij ons onderzoek hebben gedaan. Dit insti-

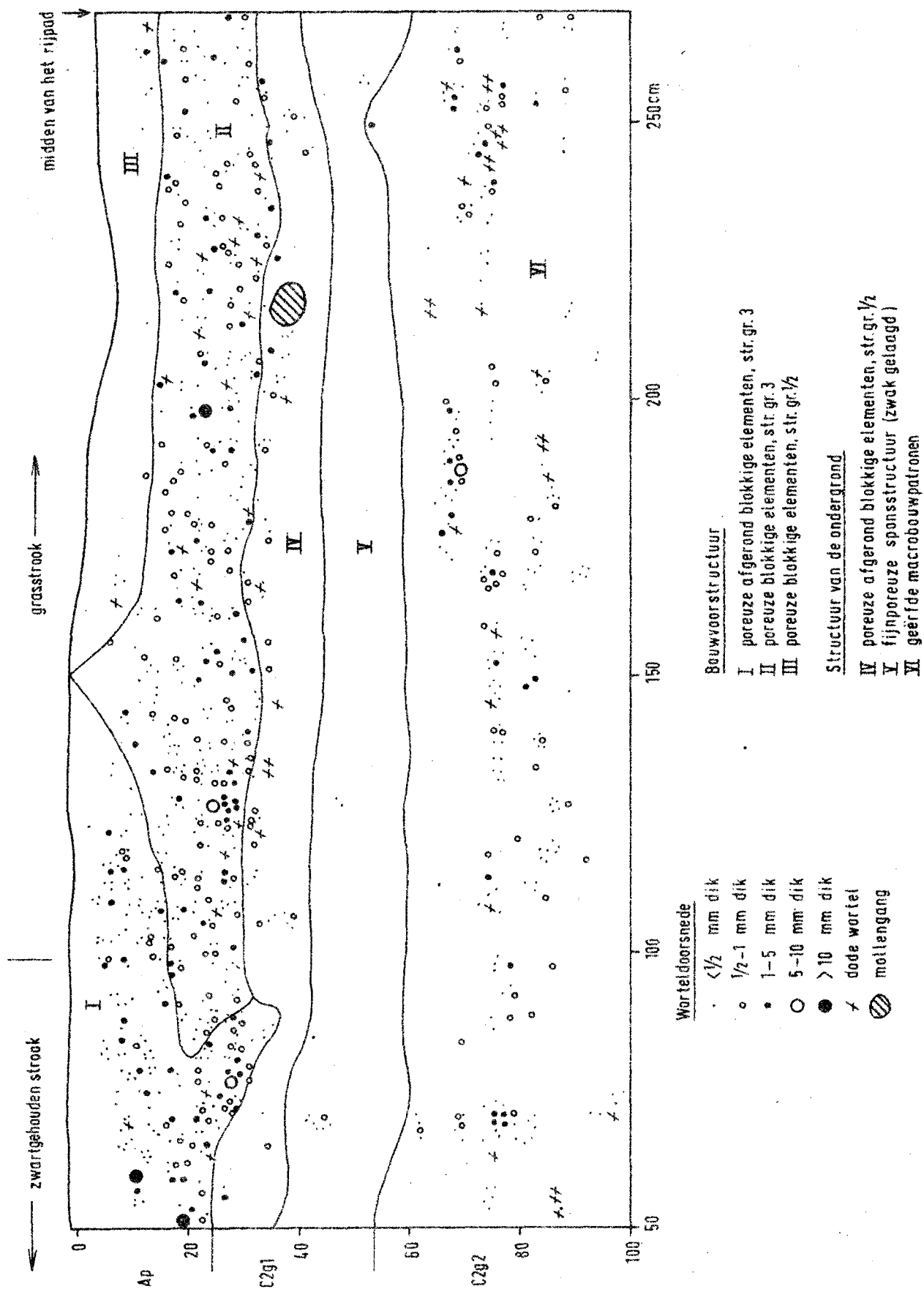


Fig. 5 Bewortelingsprofiel van een 15 jaar oude Jonathan op EMW (proefplek F-21) in een profiel met een dun zaveldek op zand. Opname: 9 juni 1964

Tabel 4. Gegevens over de afmetingen van de bomen op de proefplekken

| Ras en nr. van de proefplek | Bedekkingsgraad in % |      |      |      |           | Stamomtrek in cm |      |
|-----------------------------|----------------------|------|------|------|-----------|------------------|------|
|                             | 1961                 | 1962 | 1963 | 1964 | Gemiddeld | 1961             | 1963 |
| <u>Cox's O.P. EM IX</u>     |                      |      |      |      |           |                  |      |
| B- 8                        | 42                   | 38   | 45   |      | 42        | 25,5             | 27,6 |
| A- 1                        | 55                   | 51   | 82   |      | 62        | 25,3             | 31,5 |
| A- 2                        | 37                   | 34   | 50   |      | 40        | 21,3             | 26,3 |
| A- 3                        | 45                   | 40   | 51   |      | 45        | 23,4             | 29,3 |
| C-10                        | 43                   | 41   | 50   |      | 44        | 30,3             | 32,4 |
| C-11                        | 41                   | 37   | 45   |      | 41        | 28,1             | 31,1 |
| D-17                        | 56                   | 51   | 47   |      | 51        | 23,6             | 27,6 |
| E-18                        | 67                   | 62   | 78   |      | 69        |                  | 33,6 |
| H-28                        |                      |      | 59   |      |           |                  | 19,7 |
| <u>Jonathan EM IX</u>       |                      |      |      |      |           |                  |      |
| B- 9                        | 38                   | 39   | 44   |      | 40        | 19,3             | 21,2 |
| C-12                        | 48                   | 44   | 51   |      | 48        | 20,4             | 22,6 |
| C-13                        | 49                   | 47   | 55   |      | 50        | 19,2             | 21,9 |
| <u>Golden D. EM IX</u>      |                      |      |      |      |           |                  |      |
| B- 7                        | 39                   | 38   | 47   | 52   | 44        | 22,8             | 23,3 |
| E-22                        |                      | 47   | 43   | 59   | 50        |                  | 26,1 |
| G-23                        |                      | 47   | 51   | 44   | 47        |                  | 20,4 |
| G-24                        |                      | 54   | 62   | 53   | 56        |                  | 22,6 |
| G-25                        |                      | 42   | 54   | 43   | 46        |                  | 20,2 |
| H-27                        |                      |      | 44   | 42   | 43        |                  | 17,9 |
| <u>Jonathan EM IV</u>       |                      |      |      |      |           |                  |      |
| F-20                        | 66                   | 63   | 71   |      | 67        | 41,9             | 45,6 |
| F-19                        | 53                   | 51   | 68   |      | 58        | 37,4             | 41,5 |
| F-21                        | 59                   | 57   | 67   |      | 62        |                  | 43,0 |
| <u>Golden D. EM IV</u>      |                      |      |      |      |           |                  |      |
| D-14 <sup>1)</sup>          | 40                   | 44   | 49   | 29   | 40        | 30,3             | 36,5 |
| D-15                        | 44                   | 42   | 50   | 30   | 41        | 29,5             | 36,3 |
| D-16 <sup>1)</sup>          | 41                   | 40   | 46   | 26   | 38        | 31,4             | 37,8 |
| F-26                        |                      | 50   | 55   | 41   | 48        |                  | 44,8 |

<sup>1)</sup> In fig.27 gemiddelde bedekkingsgraad over 1961/1963.



tuut verricht de metingen doorgaans in de zomer, wanneer de bomen enerzijds door de scheutgroei en anderzijds door het gewicht van de vruchten hun grootste omvang bereiken. Wij hebben de gegevens over de grootte van de boom verzameld in het voorjaar, na de snoei. Onze gegevens en die van het LEI zijn dus niet zonder meer met elkaar te vergelijken.

Voorts werd op een hoogte van 30 cm boven het maaiveld de stam-omtrek gemeten en werd na de bladval in de herfst het aantal en de lengte van de éénjarige scheuten vastgesteld. De waarnemingen aan de scheuten bleven in de eerste periode van het onderzoek per boom beperkt tot drie gemerkte draagtakken, die op verschillende hoogten en in verschillende richtingen waren ingeplant. Aanvankelijk werden de metingen uitgevoerd met behulp van een meetlint. Later werd het lint vervangen door toerentellers met een ketting zonder eind. Omdat hiermee veel sneller kon worden gewerkt hebben wij sindsdien alle éénjarige scheuten per boom gemeten en geteld. Bij een aantal proefplekken konden deze waarnemingen niet plaatsvinden, omdat de fruitteler in het groeiseizoen een zomersnoei had toegepast of reeds in de herfst de bomen had gesnoeid.

Gegevens over de afmetingen van de bomen staan vermeld in tabel 4.

Bloei, zetting en rui van elke boom op een proefplek werden met een cijfer gewaardeerd. Een eventuele lage produktie zou met behulp van deze cijfers verklaard kunnen worden. Wij hebben van deze gegevens geen gebruik behoeven te maken. Eens per jaar werd het gewas beoordeeld op bladstand, gebreksziekten en vruchtboomkanker (*Nectria Galligena*). Verder werden in 1961 bladmonsters genomen op de vijf proefplekken met Cox's Orange Pippin EM IX, die betrokken waren in het onderzoek van de beide instanties. Het aantal waarnemingen was te gering om er betrouwbare conclusies uit te kunnen trekken.

#### 5.5 Bepaling van opbrengst en kwaliteit

Van elke proefplek werd de opbrengst bepaald door per boom de geplukte appels te tellen en te wegen. Uit deze gegevens berekenden we het gemiddelde vruchtgewicht. Gevallen en door vogels beschadigde appels werden afzonderlijk verzameld, gewogen en opgeteld bij de totale opbrengst van de proefplek. Op plek C-12 mislukte in 1962 de opbrengstbepaling, doordat het personeel van de fruitteler de appels al had geoogst. De vruchtbomen op plek C-10 hadden in 1962 ernstig te lijden van een bloedluisaantasting, die met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid de opbrengst drukte.

De kg-opbrengst per are werd berekend uit de kg-opbrengst per proefplek. De berekeningen hebben betrekking op de zuiver beteelbare oppervlakte.

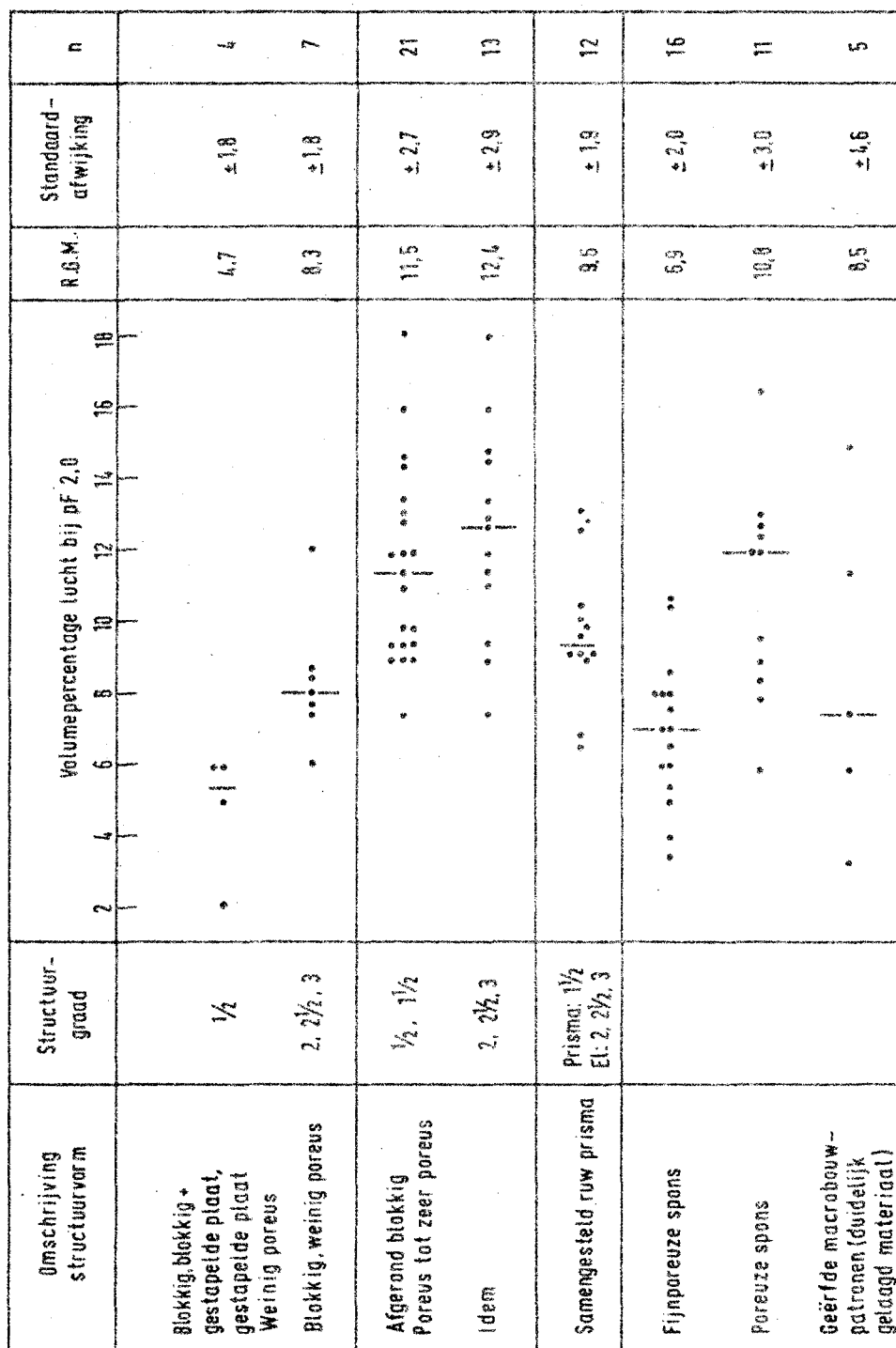
Windsingels, paden, erf, enz. werden dus buiten de berekening gehouden. De oppervlakte hiervan kan namelijk per bedrijf nogal uiteenlopen <sup>1)</sup>.

Behalve de kg-opbrengst per boom en per are, werd ook de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlak berekend.

Bovendien werd het ras Golden Delicious in vier klassen gesorteerd naar de mate van vruchtverruwing.

-----

<sup>1)</sup> Zij bedroeg voor de in het onderzoek opgenomen bedrijven 10 tot 15% van de totale oppervlakte. Het LEI (Spoor, 1966) heeft berekend, dat de beteelbare oppervlakte van de bedrijven bij hun onderzoek gemiddeld 85% à 87% van de kadastrale oppervlakte bedraagt.



|| Median R.G.M. = Rekenkundig gemiddelde

Fig. 6 Volumepercentage lucht bij pF 2,0 van structuurvormen uit de humushoudende bovengrond (Ap-horizont) en uit de ondergrond (C-materiaal)

## 6. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

### 6.1 Bodemstructuur

#### 6.1.1 Structuurvormen en luchthuishouding

In gronden met een goede structuur heerst een harmonische verhouding tussen grond, water en lucht. Zij bevatten voldoende vocht en zuurstof voor een goede wortelgroei. Wat de vochtvoorziening betreft, leveren de meeste klei- en zavelgronden in het gebied geen moeilijkheden op, hoewel de zwaarte van de grond en de structuurvorm niet zonder betekenis zijn voor de hoeveelheid beschikbaar vocht. De grootste vochttekorten worden gevonden in gronden met zand ondiep in het profiel, maar de oppervlakte van deze gronden is klein. Bij de interpretatie van de onderscheiden structuurvormen willen wij dan ook de nadruk leggen op de luchthuishouding.

Butijn (1961) heeft uit proeven met appelonderstammen afgeleid, dat voor een goed functioneren van de wortels het percentage lucht niet beneden 10 mag dalen. Dit percentage komt men in andere literatuur ook vaak tegen. In overeenstemming hiermee hebben wij voor het vergelijken van de verschillende structuurvormen 10 vol. % lucht bij pF 2,0 veldcapaciteit als basis genomen. In het voorjaar, wanneer de wortelwerking al op gang is, zal het vochtgehalte van de grond regelmatig in een toestand van veldcapaciteit verkeren. En ook dan moet er voor een ongestoorde werking van de wortels nog voldoende lucht in de grond aanwezig zijn.

Uit figuur 6 blijkt, dat het gemiddelde luchtgehalte van afgerond blokkige elementen en poreuze spons aan het criterium van 10 vol. % bij pF 2,0 beantwoordt. Het samengestelde ruwe prisma blijft daar iets beneden.

Het gunstiger luchtgehalte in een grondmassa met afgerond blokkige elementen ten opzichte van die met blokkige en platige elementen is als volgt te verklaren. Door vochtopname zwellen de elementen, waardoor ze dicht op en tegen elkaar komen te liggen. De afgerond blokkige elementen passen door hun vorm echter niet precies meer in elkaar, waardoor de holten tussen deze elementen met lucht gevuld blijven.

Ook de structuurgraad is niet zonder betekenis. Een grondmassa bestaande uit matig, tamelijk sterk en sterk ontwikkelde afgeronde elementen (structuurgraden 2,  $2\frac{1}{2}$  en 3) heeft een iets hoger gemiddeld luchtgehalte dan die, waarvan de afgeronde elementen zeer zwak, zwak en zeer matig (structuurgraad  $\frac{1}{2}$ , 1 en  $1\frac{1}{2}$ ) zijn ontwikkeld (zie fig. 6).

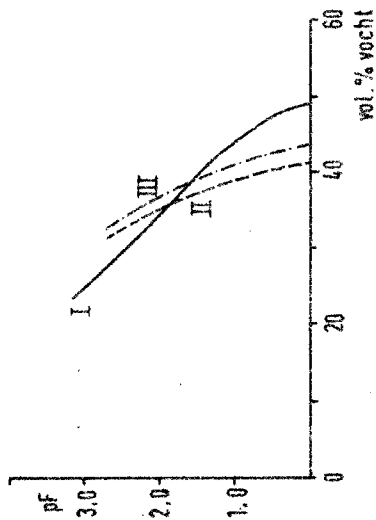
Figuur 6 geeft ook informatie over de variatie in het vol. % lucht per onderscheiden structuurvorm. Het valt op, dat deze groot is in het duidelijk gelaagde materiaal. De sterke variatie in vol. % lucht kan men toeschrijven aan een aanmerkelijk verschil in porositeit tussen de lichtere en de zwaardere bandjes.

#### 6.1.2 Structuurvormen in de humushoudende bovengrond (Ap)

De humushoudende bovengrond is de donkerder gekleurde horizont boven in het profiel, die in bouwland wel Ap-horizont wordt genoemd. In bouwland wordt deze laag regelmatig bewerkt of is een deel ervan in vroeger jaren bij een diepe grondbewerking weleens bewerkt geweest.

Vrijwel alle percelen die in het onderzoek zijn opgenomen, waren oorspronkelijk bouwland. Alleen proefplek C-10 was voordien als grasland in gebruik. Het verschil in bodemgebruik voor het inplanten kwam tot uiting in een verschil in structuur tussen deze plek met C.O.P. EM IX en proefplek C-11, met hetzelfde ras, op hetzelfde bedrijf. De bovengrond van proefplek C-10 (voorheen grasland) bestond nagenoeg geheel uit poreuze afgerond blokkige elementen met een hoge structuurgraad (3,  $2\frac{1}{2}$  of 2); dit in tegenstelling tot proefplek C-11 (voorheen

Kaarteenheid Mn15A



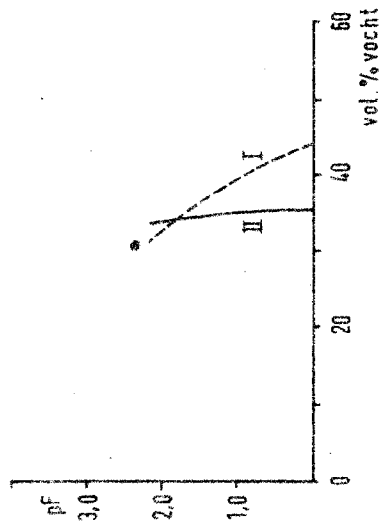
Proefplek B-9

Ap 7-12cm -mv.  
17.0% lutum  
3.2% humus  
6.7% CaCO<sub>3</sub>

I afgerond blokkig, poreus, str. gr. 2½  
II afgeplat blok, str. gr. ½  
III afgeplat blok en afgerond blokkig, str. gr. 1½

I luchtvolume bij pF 2.0 14%  
II luchtvolume bij pF 2.0 5%  
III luchtvolume bij pF 2.0 7%

Kaarteenheid Mn25A



Proefplek D-17

Ap 0-22cm -mv.  
20.0% lutum  
1.9% humus  
8.2% CaCO<sub>3</sub>

I afgerond blokkig, weinig poreus, str. gr. 2½  
II wielspoor

I luchtvolume bij pF 2.0 11.5%  
II luchtvolume bij pF 2.0 2.0%

Fig.7 Structuur en pF van de bouwvoor van de kaarteenheden Mn15A en Mn25A

bouwland), waar aanmerkelijk meer blokkige elementen voorkwamen en de structuurgraad lager was ( $1\frac{1}{2}$ , 1 of  $\frac{1}{2}$ ). De gunstige invloed van het grasland op de structuurvorm was zelfs nog goed merkbaar in de laag onder de bouwvoor.

Structuurbederf, ontstaan in de bouwlandperiode, werd op verschillende proefplekken aangetroffen. De zgn. ploegzolen, herkenbaar aan blokkige elementen met platte vlakken zonder zichtbare poriën, vormden daarvan een onderdeel.

Op de proefplekken D-14 en D-15 werd een ploegzool aangetroffen in de onmiddellijke nabijheid van de stammen. Daar na het inplanten op de smalle strook aan weerszijden van de bomen niet meer is gereden en slechts een oppervlakkige grondbewerking op die proefplekken is uitgevoerd, mogen we veronderstellen, dat de ploegzool is ontstaan in de bouwlandperiode. Na een periode van ruim 10 jaar was deze vorm van structuurbederf nog steeds aanwezig. Uit dit voorbeeld blijkt duidelijk dat het herstel van structuur een langzaam verlopend proces is.

De recente methode van bodembehandeling in de fruitteelt werkt ook mee aan het ontstaan van structuurverschillen. Dergelijke verschillen zijn op korte onderlinge afstanden waar te nemen. In boomgaarden met een strokencultuur hangen ze voor een deel samen met het al of niet berijden van de grond.

Op de bij het onderzoek betrokken gebieden kwamen in de zwarte strook onder de bomen overwegend poreuze, afgerond blokkige elementen voor met meestal een hoge structuurgraad (3,  $2\frac{1}{2}$ , 2), op sommige proefplekken echter gecombineerd met blokkige elementen. De afgerond blokkige en blokkige elementen waren soms verenigd tot kluiten. Plaatvormige elementen werden in de zwarte stroken zelden aangetroffen. Daarentegen behoren ze in de rijpaden met de blokkige elementen, al of niet in prismaverband, tot de voornaamste structuurvormen. Van de platige elementen zijn de volgende vormen aangetroffen: de afgeplatte holoëder (C1) en de gestapelde platen (C3); van de prismatische elementen het platig gesegmenteerd prisma (B4d) (zie fig. 2). Een bijzondere structuurvorm was een samengestelde plaat (C2), waarvan de elementen van lager orde uit gestapelde platen (C3) bestonden. In het wielspoor van sommige plekken kwamen soms collapsstructuren voor (E). Hadden de structuurelementen in het rijpad al weinig poriën, bij die in een wielspoor ontbraken ze zelfs geheel.

De structuurverschillen in de bouwvoor komen ook tot uitdrukking in de pF-curve. Uit figuur 7 blijkt, dat het volumepercentage lucht bij pF 2,0 voor de afgerond blokkige elementen het hoogst is, terwijl de samengedrukte grond van het wielspoor bijna geen lucht bevat.

Behalve de bovengenoemde verschillen, die zijn veroorzaakt door menselijke invloed, is er ook een verschil in structuur die samenhangt met het lutumgehalte van de grond. In zwaardere gronden treft men overwegend blokkige elementen aan en op lichtere gronden afgerond blokkige.

### 6.1.3 Structuurvormen in de ondergrond

Structuurelementen blijven op de meeste proefplekken niet beperkt tot de humushoudende bovengrond, maar lopen door tot in de ondergrond (zie fig. 8A).

Wij hebben daar onder meer onderscheiden: afgerond blokkige elementen, blokkige elementen en een combinatie van beide. In de meeste profielen waren de elementen poreus en was de structuurgraad hoog (3,  $2\frac{1}{2}$ , 2). Plaatvormige elementen, al of niet in combinatie met andere structuurvormen, werden zelden aangetroffen. Ook enkelvoudige gladde of ruwe prisma's, gewoonlijk poreus, kwamen niet veel voor. De samengestelde prisma's waren altijd ruw, de elementen van lager orde afgerond blokkig of blokkig, poreus. De structuurgraad kon hoog zijn voor het prisma en laag voor de samenstellende elementen of andersom.



A



B



ware grootte

Fig. 8. Een grond met (A) en zonder (B) structuurelementen

De prismatische structuren waren overwegend ontwikkeld in materiaal met meer dan 25% lutum.

Alle proefplekken hadden een laag met een sponsstructuur (fig.8B). Hoewel diepte en dikte van de laag vaak sterk uiteen liepen, hadden de proefplekken gemeen dat de overgangslaag naar deze structuurvorm gewoonlijk hoger dan 60 cm -mv. lag. Bovenin de laag van de onderscheiden sponsstructuren konden op sommige proefplekken zeer zwak ontwikkelde elementjes worden geïsoleerd. De structuurvorm behield echter het meest de kenmerken van een spons. Om deze gevallen toch te kunnen aangeven, is in hun structuurcodering de toevoeging (p) opgenomen. De sponsstructuren, die een zekere gelaagdheid vertoonden, kregen om dezelfde reden de toevoeging (h). Hoewel de daarin aanwezige laagjes van geogene oorsprong zijn, hebben we deze structuren niet willen indelen bij de geërfde macrobouwpatronen, omdat de gelaagdheid zich gewoonlijk openbaarde in de vorm van slechts enkele millimeters dikke bandjes. Bij de opname hebben we ze "zwak gelaagd" genoemd.

De poreuze sponsstructuren met een porositeit beneden normaal zijn in dit onderzoek met een minteken aangegeven.

De fijnporeuze sponsstructuren op de eilanden beantwoorden niet altijd aan de omschrijving van Jongerius (1957). In de ondergrond van een aantal proefplekken bevonden zich enkele verticale gangen met een grote diameter, die de luchthuishouding en de waterafvoer in gunstige zin beïnvloedden. Toch is deze vorm van porositeit bij de beschrijving niet apart aangegeven, daar de gaten te onregelmatig verspreid voorkwamen en hun aantal te gering was om er voor dit onderzoek een aparte onderscheiding voor in te voeren. De aanwezigheid van een fijnporeuze sponsstructuur houdt enigszins verband met de zwaarte van het materiaal; dikwijls constateerden wij deze structuurvorm in zeer lichte zavelondergronden.

Op iets meer dan de helft van het aantal proefplekken ging de sponsstructuur over in geërfde macro-bouwpatronen. Deze structuurvorm, waarvan alleen het ongestoorde type (H1) voorkwam, noemden we "duidelijk gelaagd". De bandjes, bestaande uit zavel of klei, waren vrijwel altijd doorboord door wortels. Er had echter geen biologische menging plaatsgevonden.

#### 6.1.4 Structuurprofiel

Een verticale opeenvolging van lagen met verschillende structuurvormen wordt wel aangeduid met de term structuurprofiel. In de figuren 9 t/m 13 is voor elke proefplek door middel van coderingen de verticale opeenvolging van de structuurvormen weergegeven. Alleen in de humushoudende bovengrond is dat nagelaten. Het verschil in structuur, dat er bestaat tussen de zwarte strook en de rijstrook, gaf ons aanleiding daar de structuur "wisselend" te noemen.

Tussen de structuurprofielen bestaan aanzienlijke verschillen. Vooral de diepte waarop een goede structuur (>10 vol. % lucht bij pF 2,0) overgaat in een minder goede structuur, varieert sterk. Slechts bij weinig proefplekken zien we een goede structuur over de gehele opname-diepte van 1 meter. In sommige gronden ook wordt de goede structuur onderbroken door een laag van een minder goede structuur (zie bijvoorbeeld nr. 5 en 8 in fig.9).

We hebben nagegaan of de aanwezigheid van een meer of minder dikke laag van goede structuur voor de beworteling van betekenis is.

## 6.2 BEWORTELING

### 6.2.1 Rasverschillen

Er was tussen de proefplekken een duidelijk verschil in dikte van de wortelzone (zie fig. 9 t/m 13) en in worteldichtheid<sup>1)</sup>. Dit kan enerzijds worden toegeschreven aan een verschil in bodemkundige eigenschappen van de gronden; aan de andere kant rijst de vraag of een verschil in ras ook een verschil in beworteling betekent en zo ja, waaruit bestaat dat verschil dan.

Wat de dikte van de wortelzone betreft, was er tussen de rassen, die waren geplant op vergelijkbare profielen, praktisch geen verschil. Dat blijkt uit de resultaten op bedrijf B, waar binnen één perceel twee proefplekken met Golden Delicious, twee proefplekken met Cox's O.P. en twee proefplekken met Jonathan lagen (tabel 5).

Tabel 5. De dikte van de wortelzone van drie rassen op EM IX in vergelijkbare profielen binnen één perceel

| Ras:                               | Golden Delicious |     | Cox's O.P. |     | Jonathan |        |
|------------------------------------|------------------|-----|------------|-----|----------|--------|
| Nr. proefplek:                     | 4                | 7   | 5          | 8   | 6        | 9      |
| Wortelzone in cm                   | 80               | 80  | 80         | 80  | 80       | 90     |
| Goede structuur tot een diepte van | 95               | 100 | 100        | 100 | 95       | 100 cm |

De gegevens over worteldichtheid van de rassen op dezelfde onderstam waren afkomstig van proefplekken van meer bedrijven. Om de vergelijking zo zuiver mogelijk te houden, hebben we proefplekken gekozen met een wortelzone van ongeveer dezelfde dikte (ongeveer 80 cm). Uit fig. 14a blijkt, dat Golden Delicious EM IX de grootste worteldichtheid heeft en Cox's Orange Pippin de meest ijle beworteling. Vergelijken we echter het gem. percentage wortels in de humushoudende bovengrond (Ap), dan is dat voor Cox's Orange Pippin het hoogst, bijna 45% en voor Jonathan EM IX het laagst, 25% (fig. 14b).

Cox's Orange Pippin stelt hoge eisen aan de grond. Waarschijnlijk is de gevoeligheid van het ras voor een deel terug te voeren op de ijle beworteling, die dan nog vooral in de bouwvoor is geconcentreerd. Voor de bodembehandeling heeft dit consequenties. Deze zal met zorg moeten worden uitgevoerd om schokken in de groei te vermijden. Veldwaarnemingen die geen betrekking op dit onderzoek hadden, bevestigden deze conclusie. Een slechte bladstand van Cox's Orange Pippin EM IX in volle produktie moest met grote waarschijnlijkheid aan een sterke onkruidbegroeiing onder de bomen worden toegeschreven. De aangrenzende rij bomen met Golden Delicious, eveneens op EM IX, reageerde niet zichtbaar op de welige vegetatie onder de bomen.

### 6.2.2 De wortelzone en de diepste beworteling

Wanneer de dikte van de wortelzone wordt uitgezet tegen de diepte waarop een zandlaag of ondergrond in het profiel begint, dan is er een duidelijk verband te zien (fig. 15). Het blijkt, dat de dikte van de wortelzone samenvalt met de dikte van het klei- of zaveldek. Hoogstens ligt de grens van deze zone enkele centimeters beneden het lutumrijke dek. Er zijn geen verschillen in reactie van de verschillende rassen of onderstammen gevonden.

-----  
<sup>1)</sup> Zie voor de definities van deze begrippen par. 5.3.

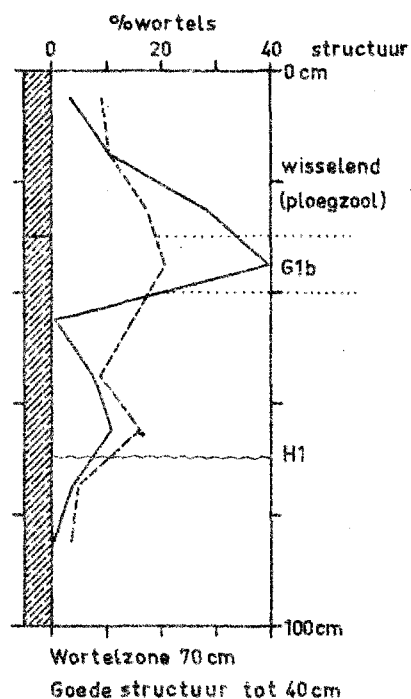
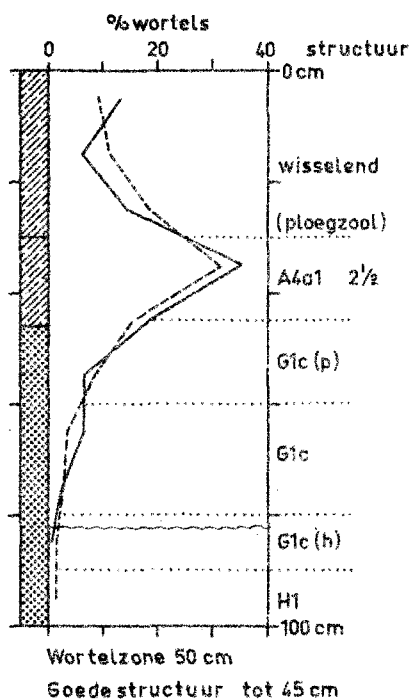
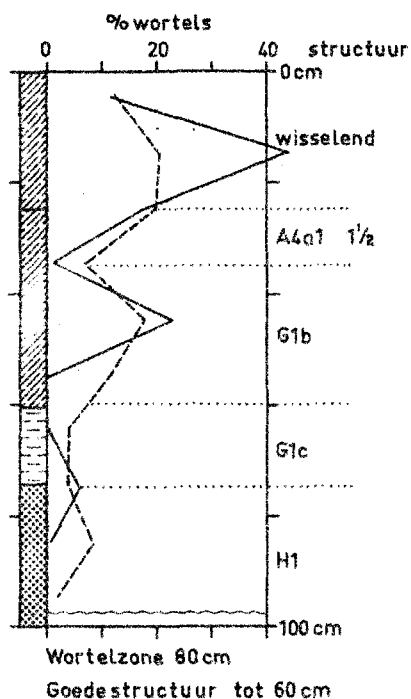


A-1  
Mn25A

A-2  
Mn25A

A-3  
Mn25A

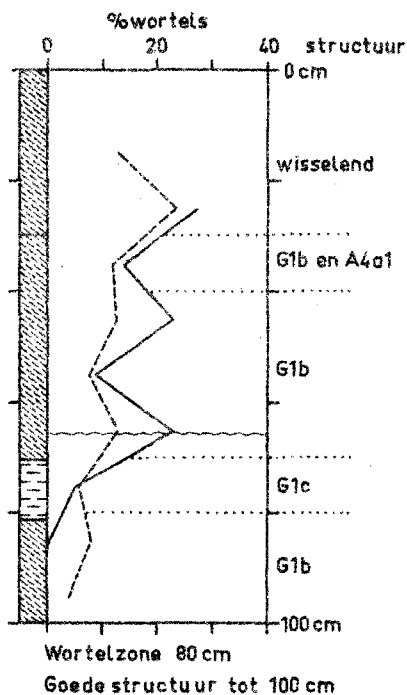
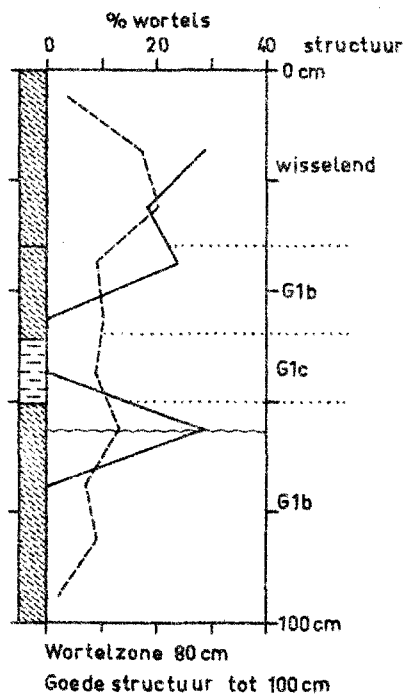
Proefplek nr.  
Kaartenheid



B-5  
Mn15A

B-8  
Mn15A

Proefplek nr.  
Kaartenheid



#### LEGENDA

- wortels met doorsnede < 1mm
- wortels met doorsnede > 1mm
- grondwaterstand in maart
- structuurgrenzen
- (p) Pedagene bodemvorming in sponsstructuren
- (h) zwak gelaagd (zeer dunne slijbandjes)
- + zeer poreus
- matig poreus

#### Textuurklassen %lutum



Fig.9 Worteldiagrammen van Cox's Orange Pippin EM IX

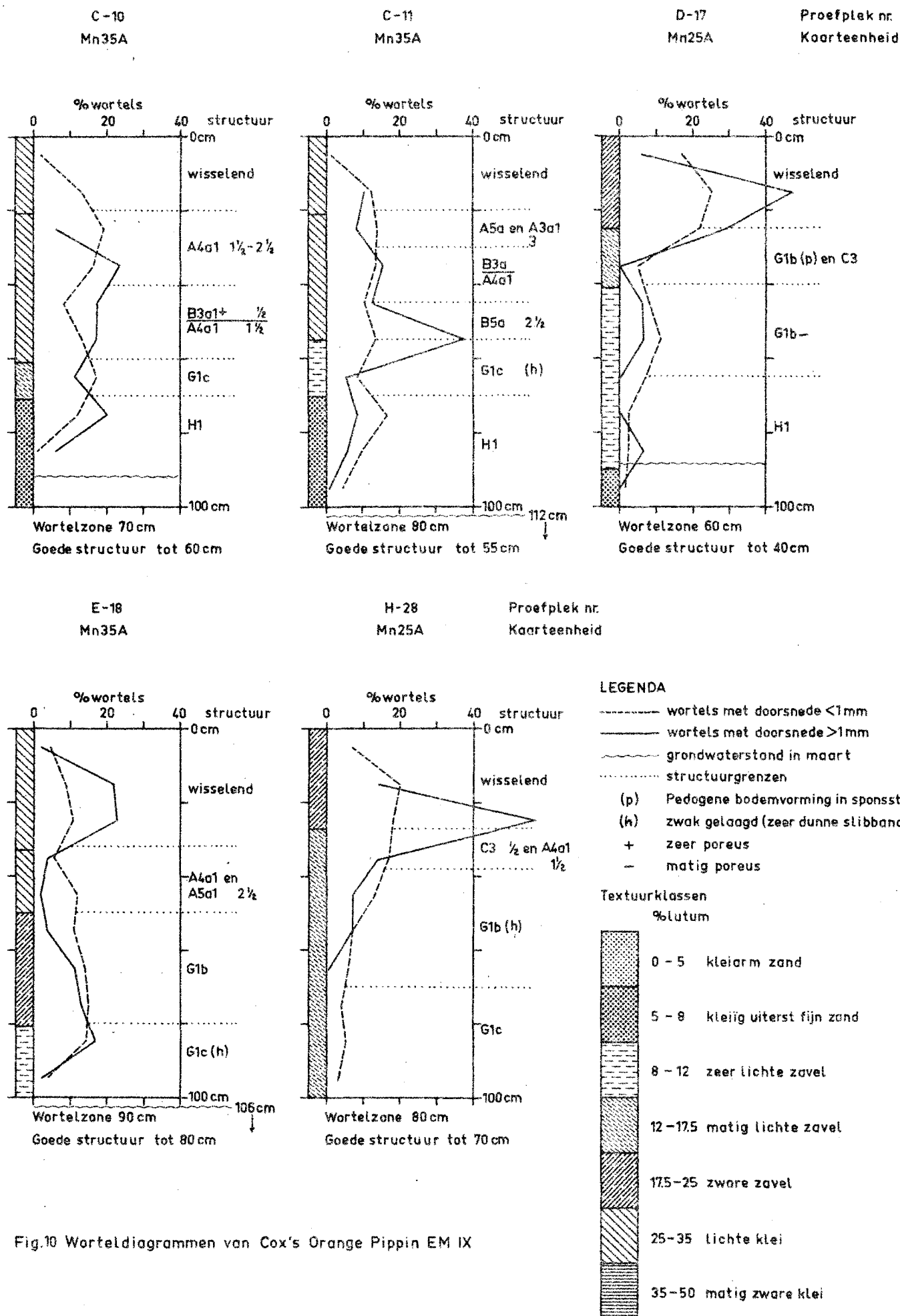


Fig.10 Worteldiagrammen van Cox's Orange Pippin EM IX

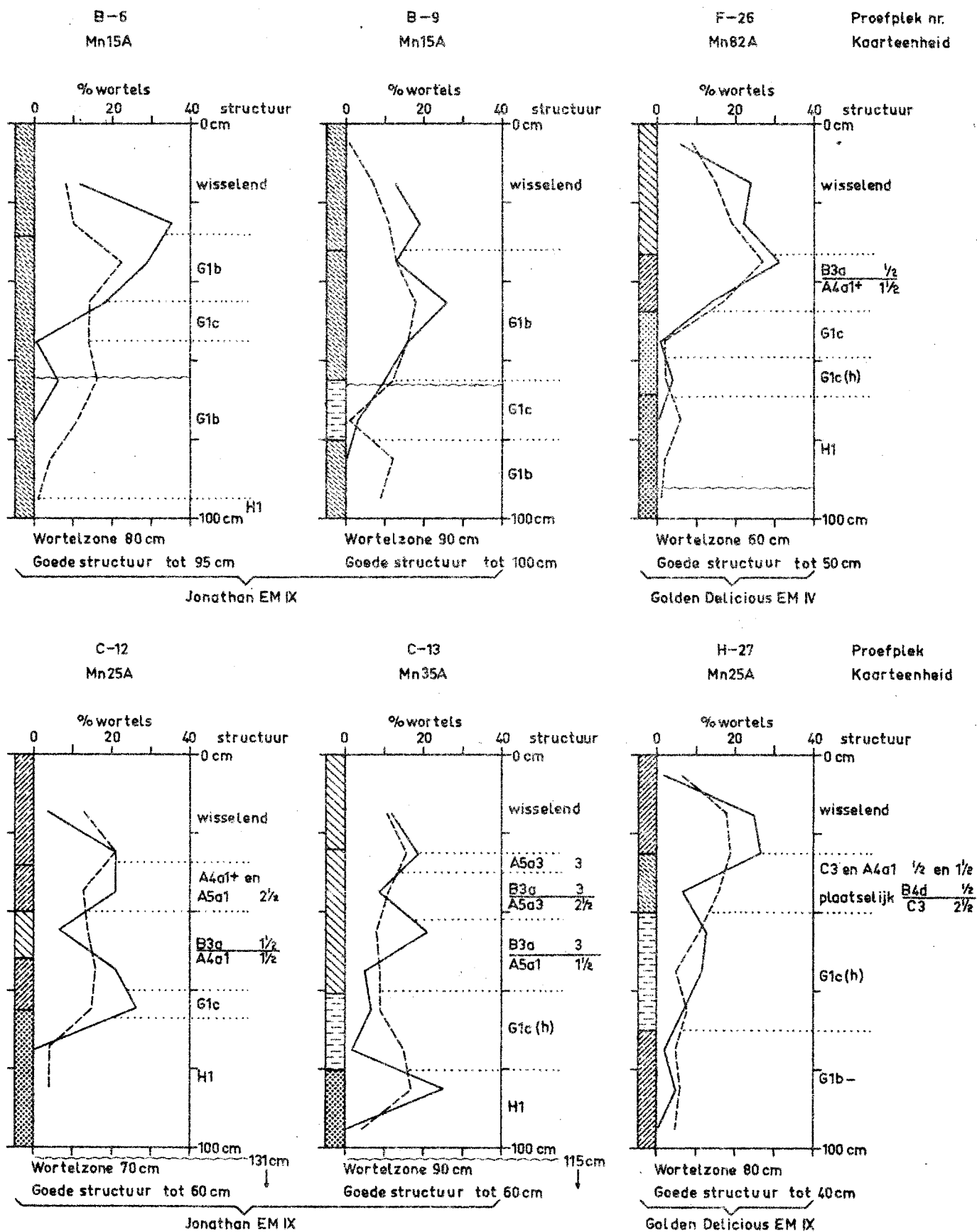


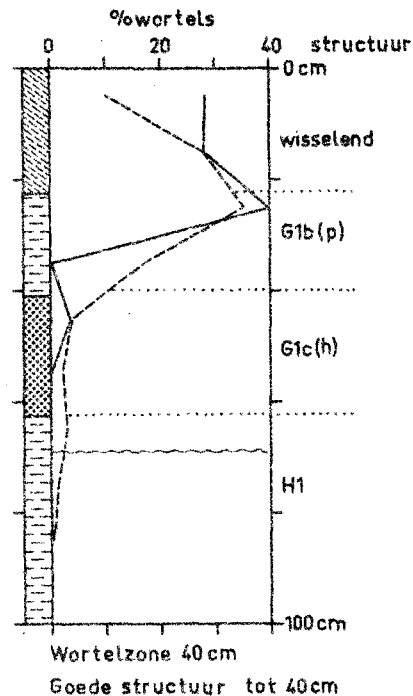
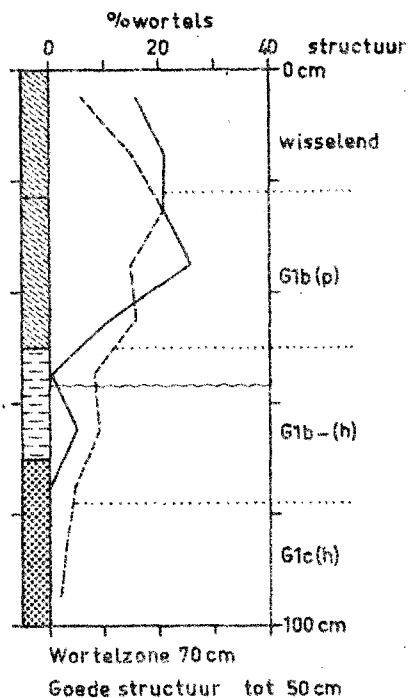
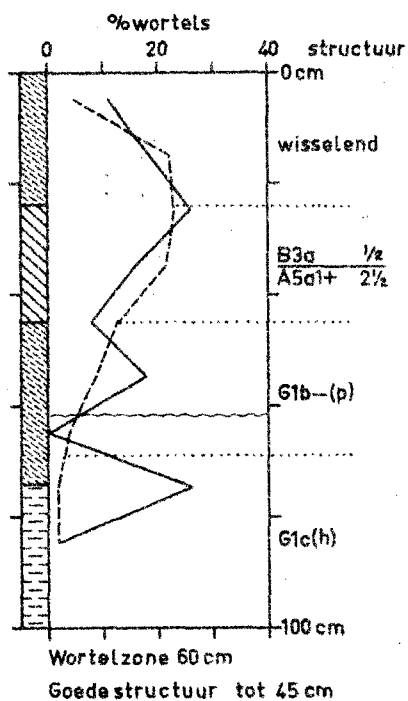
Fig.11 Worteldiagrammen van Jonathan EM IX en Golden Delicious EM IX en EM IV

G-23  
Mn15A

G-24  
Mn15A

G-25  
Mn15A

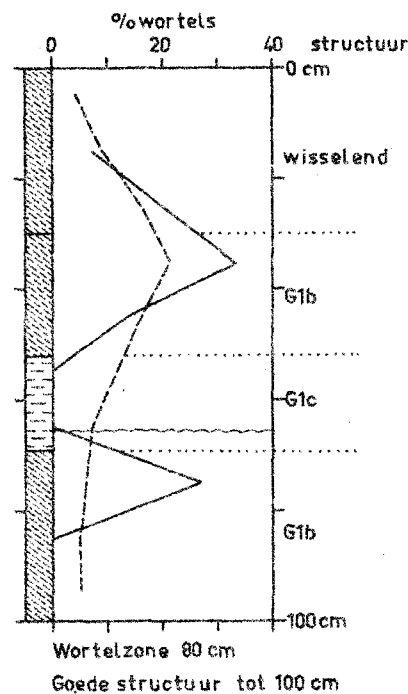
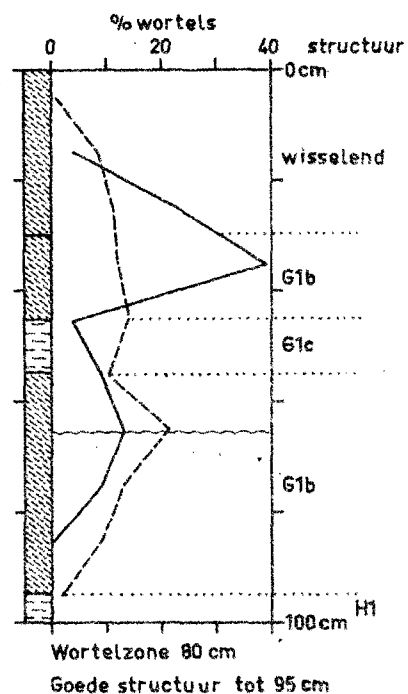
Proefplek nr.  
Kaarteenheid



B-4  
Mn15A

B-7  
Mn15A

Proefplek nr.  
Kaarteenheid



#### LEGENDA

- wortels met doorsnede <1mm
- wortels met doorsnede >1mm
- grondwaterstand in maart
- structuurgrenzen
- (p) Pedogene bodemvorming in sponsstructuren
- (h) zwak gelaagd (zeer dunne slijbandjes)
- + zeer poreus
- matig poreus

#### Textuurklassen % lutum



Fig.12 Worteldiagrammen van Golden Delicious EM IX

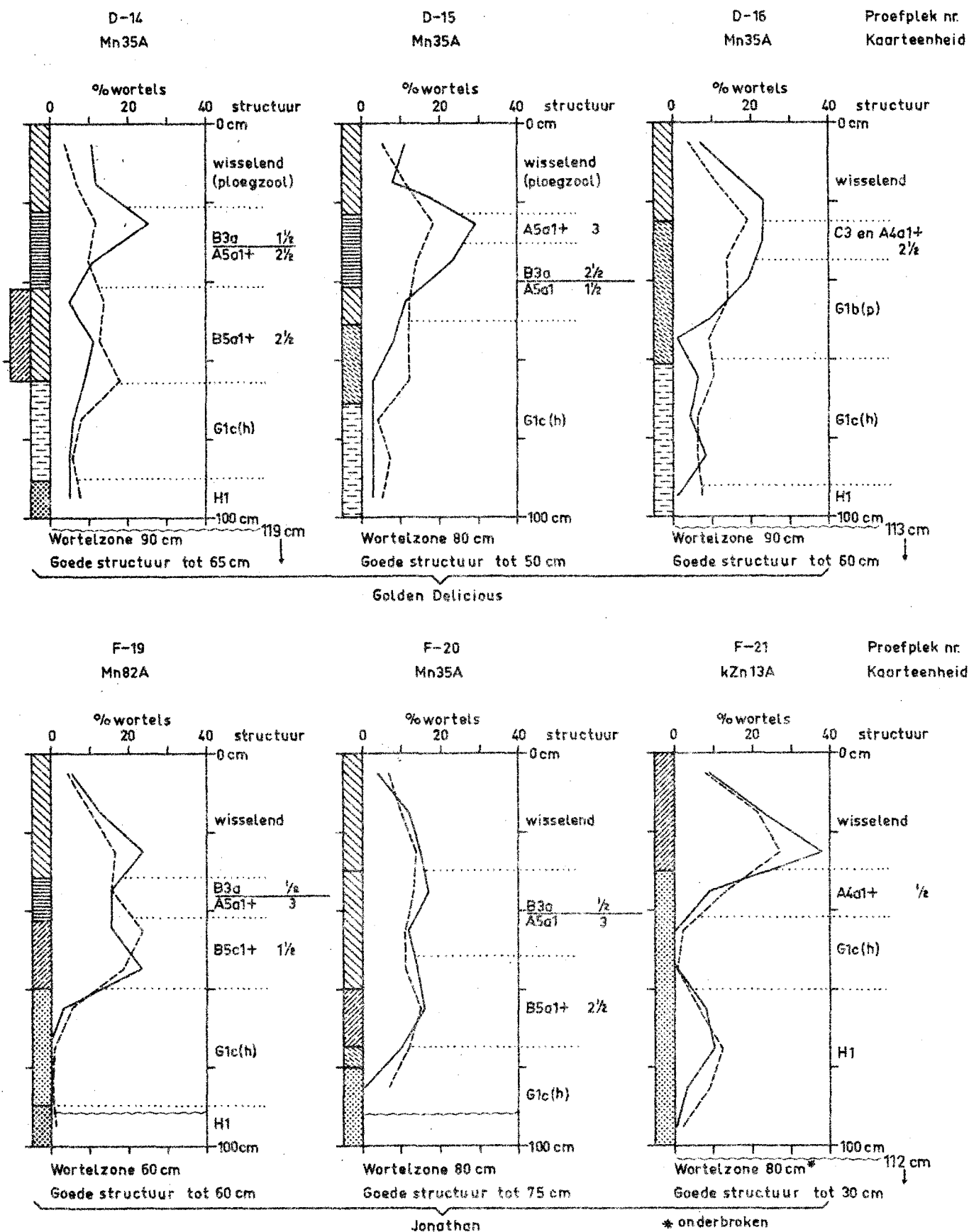


Fig.13 Worteldiagrammen van Golden Delicious EM IV en Jonathan EM IV

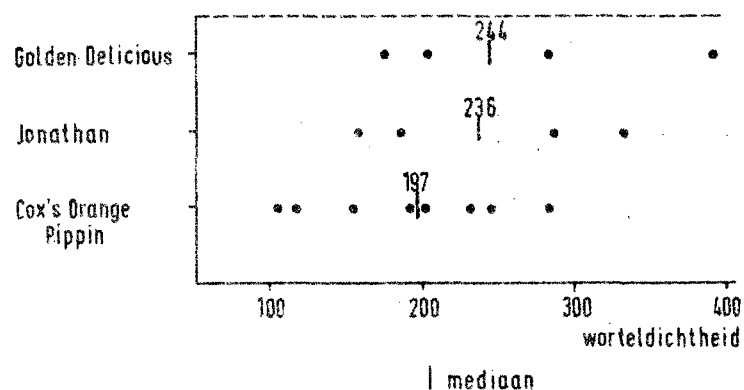


Fig. 14a Worteldichtheid bij enkele appelrassen op EM IX

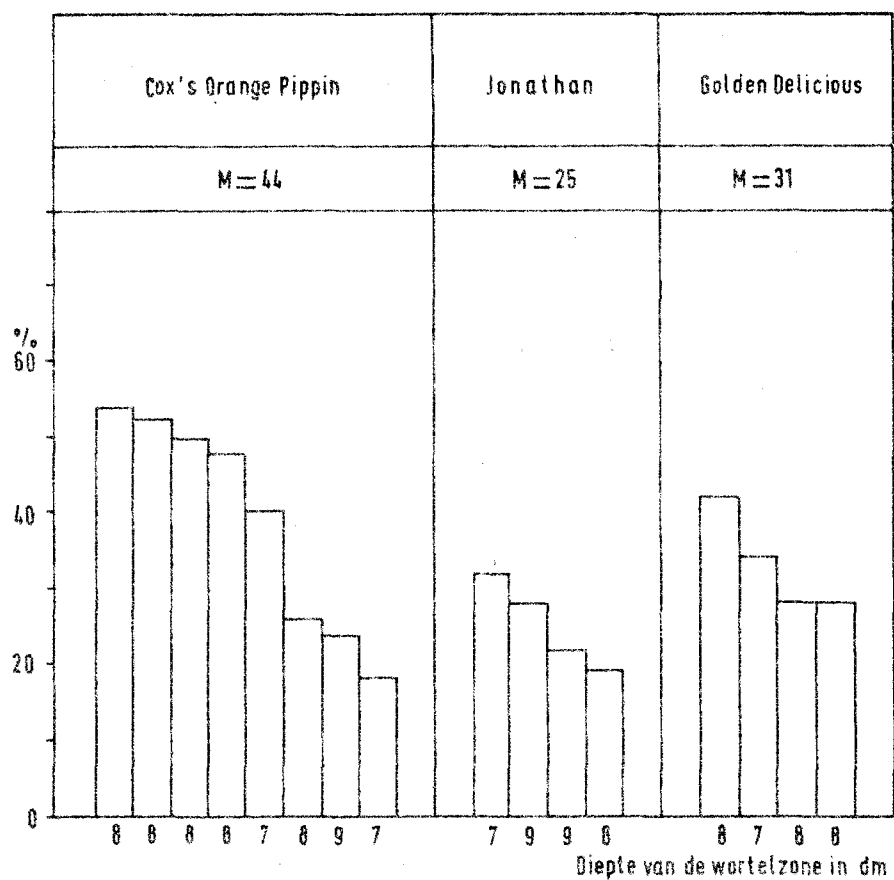


Fig. 14b Aantal fijne wortels (<1mm) in de humushoudende bovengrond, uitgedrukt in procenten van het totaal aantal fijne wortels in de wortelzone, van bomen op EM IX (M = mediaan)

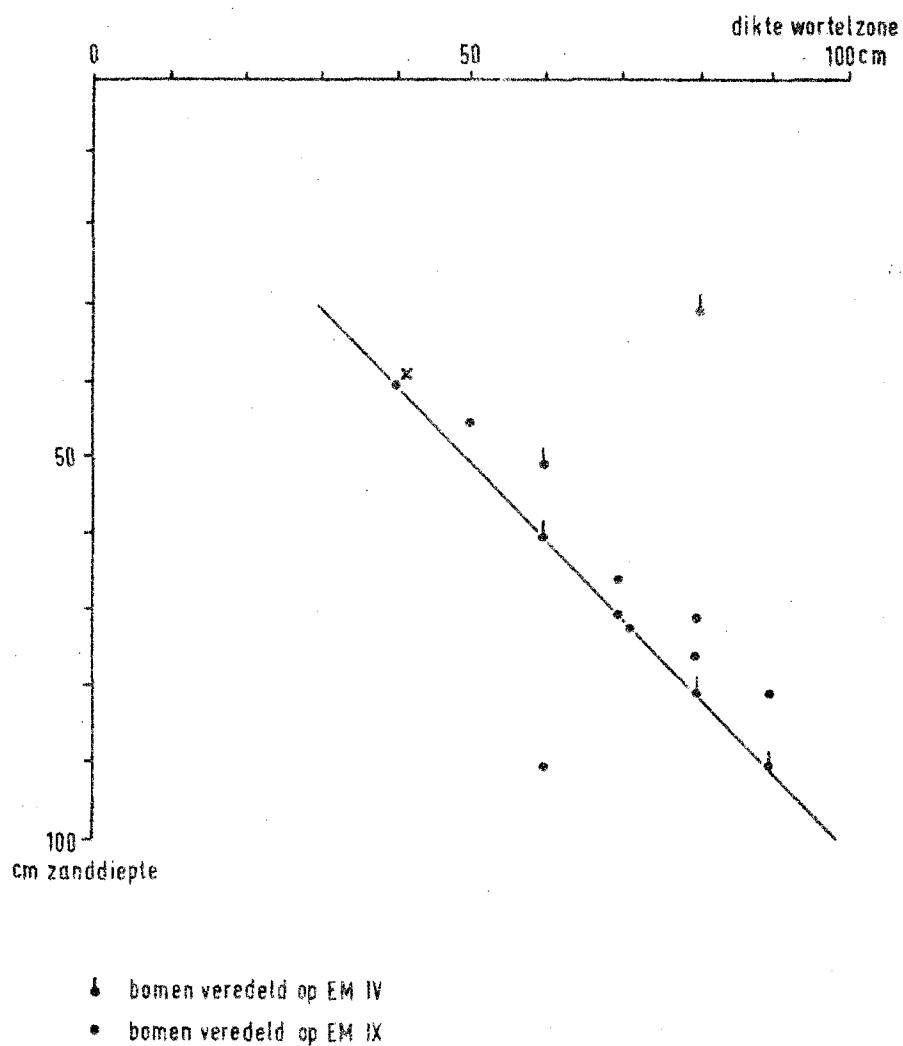


Fig.15 Verband tussen de dikte van de wortelzone en de diepte waarop een zandlaag (x) of zandondergrond begint

In fig. 15 zijn de gegevens verwerkt van de gronden met kleiïg, uiterst fijn zand (5-8% lutum,  $M_{50} < 105 \mu$ ) in het profiel, dus zowel van gronden met profielverloop 5 als van gronden met profielverloop 2. Er is geen onderscheid in het gedrag van de wortels waargenomen, dat verband houdt met de verschillen in zandondergrond tussen de beide profielverlopen.

De definitie van het begrip wortelzone sluit overigens niet uit, dat een deel van de beworteling buiten die zone ligt. Zo blijkt uit de wortelopnamen, dat het zand zowel van de proefplekken met profielverloop 5 als van die met profielverloop 2, zijn beworteld al is het spaarzaam (<10% van de fijne wortels). Een onderzoek naar de doorwortelbaarheid van zand, uitgevoerd door Hidding (1961) bracht aan het licht, dat er verband bestaat tussen poriënvolume en doorwortelbaarheid. Hij kwam tot de conclusie, dat een poriënvolume van 40% een belangrijk criterium is. Daar waar het percentage lager was, vond hij in zand geen wortels. Op de proefplekken was het poriënvolume van de zandondergrond nergens lager dan 40 (zie tabel 4). De aanwezigheid van een overigens ijle beworteling is door deze toestand van de ondergrond verklaarbaar.

Voor de beworteling in de zandondergrond zijn ook de slibbandjes van betekenis. Butijn (1954) wees al op hun gunstige invloed op de beworteling. Op de proefplekken werd een concentratie van wortels gevonden in de duidelijk gelaagde slibbandjes, die overwegend uit zavel bestaan. Zand heeft een gering vochthoudend vermogen, ook al is het uiterst fijn en bevat het kleideeltjes. De lutumrijke bandjes kunnen daarentegen meer vocht bevatten en zijn chemisch rijker. Bovendien bezitten zij een aantal niet-capillaire poriën, waardoor er ook lucht voor de wortels aanwezig is. De slibbandjes kunnen soms zelfs een dikke wortelzone bewerkstelligen. De stip rechtsboven in figuur 15 heeft betrekking op zo'n geval. Het betreft proefplek F-21, gelegen op een vlakvaaggrond (kZn13A). Er kon zich een wortelzone van 80 cm dikte in de zandlaag ontwikkelen, doordat in de dikke zavelbandjes van dit perfect ontwaterde profiel behalve een hoeveelheid vocht ook een hoeveelheid lucht aanwezig was. De bandjes in de zwak gelaagde horizont hoger in het profiel hebben een minder gunstige water- luchtverhouding en bevatten weinig wortels (zie fig. 13, F-21).

Over de vraag of er ook een verband bestaat tussen de grondwaterstand en de dikte van de wortelzone verstrekt figuur 16 informatie. Men ziet in deze figuur dat sommige proefplekken in maart een hoge, andere een lage gemiddelde grondwaterstand hebben. Voor de samenstelling van de figuur zijn vrijwel alleen proefplekken met homogene en aflopende profielen gekozen. Slechts van drie profielen gaat de ondergrond op 80 à 90 cm over in zand. Verder bevat één proefplek, gemerkt met een  $\times$ , een dunne zandlaag tussen 40 en 60 cm. Wat de profielopbouw betreft, zijn er dus geen beperkingen voor de ontwikkeling van een dikke wortelzone. Toch loopt de dikte van de wortelzone tussen de proefplekken nog aanzienlijk uiteen.

Tussen de diepte van de gemiddelde grondwaterstand in maart en de dikte van de wortelzone bestaat op het eerste gezicht geen verband: bij een grondwaterstand binnen 100 cm komen zowel proefplekken met een dikke als met een dunne wortelzone voor. Betrekken we echter de dikte van de laag met een "goede" structuur in de vergelijking, dan wordt de invloed van het grondwater op de dikte van de wortelzone veel duidelijker. In de gronden met een goede structuur tot 80 cm en dieper, wordt altijd een dikke wortelzone aangetroffen, zelfs als de grondwaterstand in maart zich binnen 100 cm bevindt. Reikt daarentegen de goede structuur minder diep, dan zien we een wortelzone van 80 cm of dieper slechts op die proefplekken, waarvan de grondwaterstand beneden 100 cm ligt.

De nadelige invloed van hoge grondwaterstanden op de dikte van de wortelzone in gronden, die ondiep overgaan in een minder goede structuur,



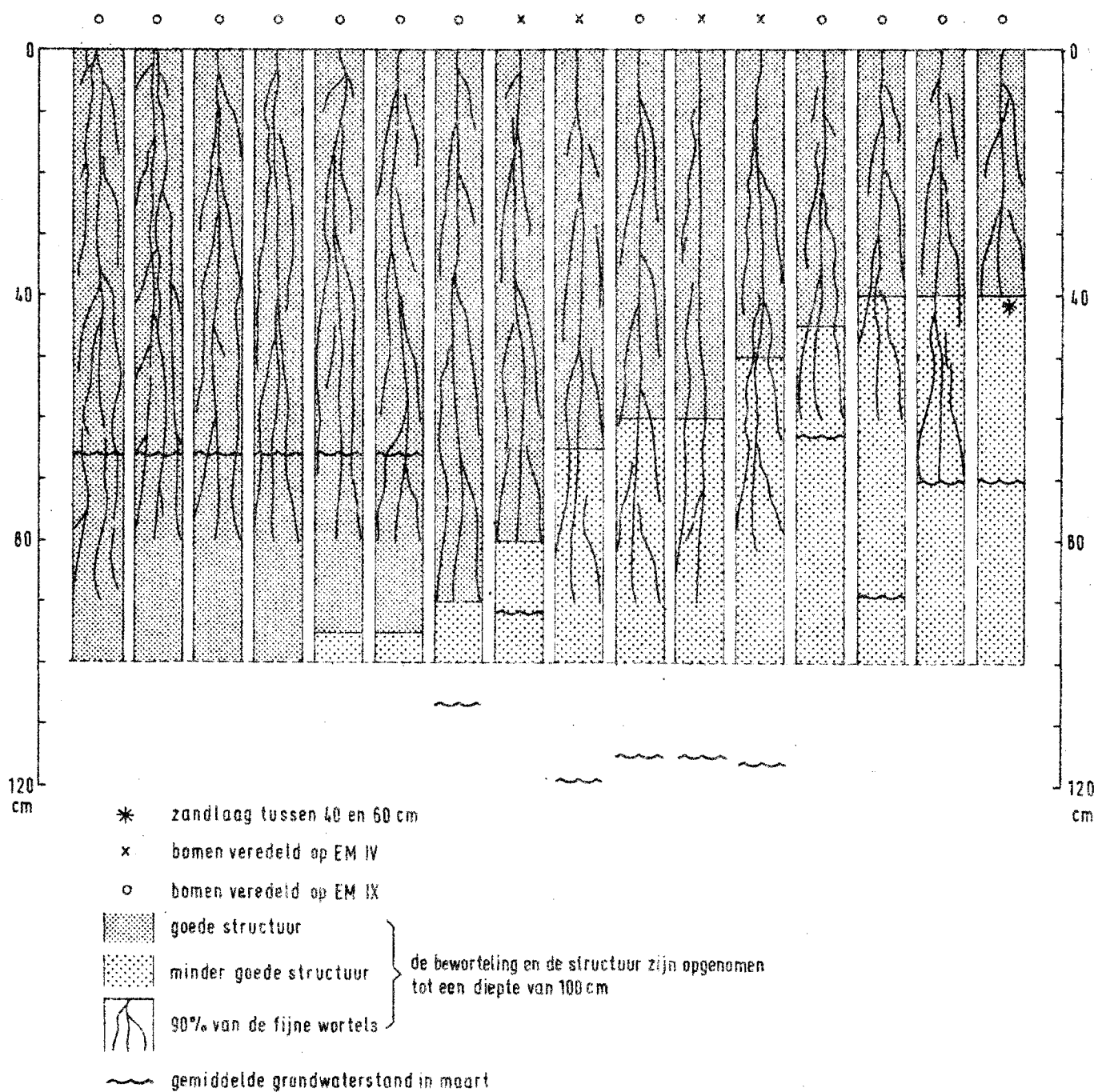


Fig.16 Verband tussen de gemiddelde grondwaterstand in maart en dikte van de wortelzone in het profiel van 16 proefplekken

is een gevolg van een gebrekkige luchthuishouding. Het materiaal is gewoonlijk wel doortrokken van nauwe poriën, maar het is arm aan wijde poriën. Daardoor verloopt de uitwisseling tussen bodemlucht en buitenlucht doorgaans traag, vooral in de lagen diep beneden het maaiveld. Een permanent tekort aan zuurstof in de ondergrond komt onder meer tot uitdrukking in een ijle beworteling.

Om een dikke wortelzone te kunnen verkrijgen in gronden, die al op geringe diepte een minder goede structuur hebben, zal men dieper moeten ontwateren dan bij gronden met een goede structuur tot op grotere diepte. Dit betekent overigens niet, dat op de laatstgenoemde gronden hoge grondwaterstanden toelaatbaar zijn. Er zou dan in de diepere lagen een tijdelijk gebrek aan lucht kunnen ontstaan, dat de wortels zou kunnen beschadigen.

### 6.2.3 Dode wortels en diepte van het grondwater

Er zijn aanzienlijke verschillen in kwaliteit van het wortelstelsel gevonden. Bij een aantal proefplekken was het percentage dode wortels verwaarloosbaar klein; er waren er echter ook met veel afgestorven wortels, soms zelfs al hoog in het profiel. In figuur 17 zijn de gemiddelde dikte van de wortelzone, de gemiddelde grondwaterstand in maart, berekend uit de cijfers van vier jaren, en de zone met veel dode wortels schematisch voorgesteld. We zien, dat hoge grondwaterstanden in maart gepaard gaan met veel dode wortels in het profiel.

Wij kozen voor de vergelijking de gemiddelde grondwaterstand in maart, omdat reeds in die maand de wortels actief zijn. Het is het begin van een periode, waarin ze grote prestaties moeten leveren. In het voorjaar zijn voor de ontwikkeling van het gewas grote hoeveelheden vocht en voedingsstoffen nodig, die door de wortels moeten worden aangevoerd. Dus moet het wortelstelsel in die periode in goede conditie zijn.

In de winter berokkenen hoge grondwaterstanden nauwelijks schade aan de wortels. Dat is aangetoond door Butijn (1961) met behulp van een proef, waarbij in potten de grondwaterstand kunstmatig op een hoog niveau werd gehandhaafd.

Werd in het groeiseizoen de grondwaterstand op dezelfde hoogte gebracht, dan was, vooral na een warme periode, het gewas binnen korte tijd soms al ernstig beschadigd.

Het is moeilijk om nauwkeurig vast te stellen vanaf welk percentage dode wortels schade aan de boom gaat optreden. Wij hebben als grens 20% genomen. De percentages dode wortels zijn berekend over het totale aantal fijne en dikke wortels per horizontale laag van 10 cm dikte. In een aantal gevallen varieerde het percentage dode wortels van laag tot laag sterk en was het afwisselend hoger en lager dan 20. In figuur 17 is de ondergrond alleen tot de zone met ten minste 20% dode wortels gerekend als de laag met 20% of meer dode wortels 20 cm dik of dikker was.

De nadelige invloed van fluctuerende hoge grondwaterstanden was op verschillende proefplekken duidelijk merkbaar aan de bomen. Toch reageerden de drie rassen verschillend. Wij konden dat constateren op proefperceel B, waar rijen bomen van de rassen Cox's Orange Pippin, Jonathan en Golden Delicious op EM IX naast elkaar waren geplant.

Cox's Orange Pippin bleek ernstig door vruchtboomkanker aangetast, waardoor bij enkele bomen een draagtak verloren ging. Zelfs was er ten gevolge van de aantasting een klein aantal bomen doodgegaan. Bij Jonathan liet de groei veel te wensen over. Golden Delicious bleek nog de minste hinder van de natte grond te ondervinden.

De bovengenoemde verschillen tussen de rassen vinden we terug in verschillen in bladstand. De beoordelingsschaal liep uiteen van 1 (zeer slechte bladstand) tot 10 (zeer goede bladstand). Zo werd in 1963 Cox's Orange Pippin beoordeeld met een 4, Jonathan met een 6 en Golden Delicious met een 8.

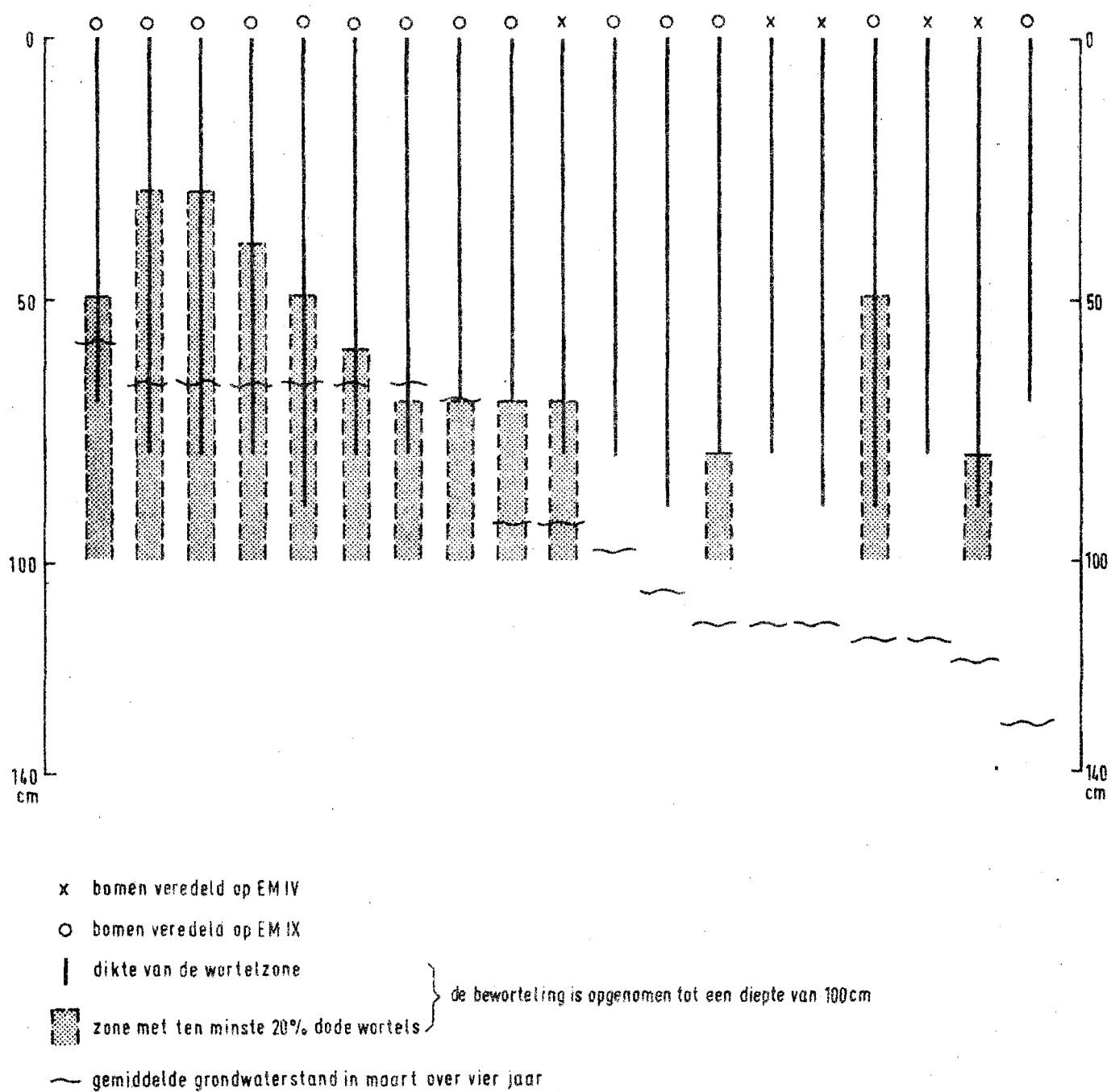


Fig.17 Verband tussen de gemiddelde grondwaterstand in maart en het voorkomen van zones met veel dode wortels in het profiel van 19 proefplekken met appelbomen, gerangschikt naar de diepte van de grondwaterstand

#### 6.2.4 Verloop van de beworteling binnen de wortelzone en waardering van de proefplekken binnen een perceel

Tussen de proefplekken met een dikke en een dunne wortelzone is een duidelijk verschil in het verloop van de beworteling naar de diepte op te merken. Vergelijken we bijvoorbeeld A-1 met A-2 (fig.9), G-24 met G-25 (fig.12) of F-19 met F-20 (fig.13), dan zien we in de profielen met een dunne wortelzone plaatselijk concentraties van fijne en dikke wortels. In al deze gevallen gaat het afwijkende bewortelingspatroon gepaard met een al betrekkelijk hoog in het profiel voorkomende zandlaag of zandondergrond. Naarmate het klei- of zaveldek dikker is, is de verdeling van de wortels over het profiel gewoonlijk regelmatig. Proefplekken die op ca. 70 cm overgaan in lutumarm materiaal, zoals A-1 (fig.9), C-10 en C-11 (fig.10), C-12 en C-13 (fig.11) en G-24 (fig. 12), hebben een vrij regelmatig wortelpatroon waarvan het beeld overeenkomt met dat in gronden, die geen zand binnen 120 cm hebben. Ook profielen met geleidelijke overgangen in textuur en structuur hebben gewoonlijk een regelmatig verlopend wortelpatroon (zie D-14 en F-20 in fig. 13 en G-24 in fig. 12).

In gronden, waar hoog in het profiel een goede structuur overgaat in een minder goede, zijn duidelijke verschillen in het verloop van de beworteling op te merken. Zelfs binnen een laag met een goede structuur kan een verandering in structuurvorm het aantal wortels sterk wijzigen. Waar dergelijke structuurveranderingen voorkomen, vindt men gewoonlijk een relatief groot aantal dikke wortels (> 1 mm) in het profiel. Voorbeelden hiervan zijn:

A-3 (fig.9) met hoog in het profiel een duidelijk gelaagde ondergrond; D-16 (fig. 13) met direct onder de Ap een abrupte overgang naar plaatvormige elementen;

G-23 (fig.12) met dicht onder de bouwvoor een abrupte overgang naar twee duidelijk van elkaar verschillende vormen van structuur, die overigens beide tot de goede structuren gerekend mogen worden; op dezelfde proefplek maar dieper in het profiel bevindt zich een zwak gelaagde fijnporeuze sponsstructuur;

C-11 (fig.10) met een abrupte overgang van een prisma- naar een zwak gelaagde fijnporeuze sponsstructuur.

De groeiomstandigheden voor de wortels in een grond met een diep doorgaande goede structuur zijn gunstiger dan die in een grond, die ondiep overgaat in een minder goede structuur, vooropgesteld dat de ontwatering niet al te zeer verschilt.

Met de gegevens over de hoedanigheid van de structuur, de dikte van de wortelzone en de diepte van het grondwater, kon aan de proefplekken binnen een perceel een zekere waardering worden toegekend. Aldus kreeg proefplek A-1, door de dikke wortelzone en de dikke laag met een goede structuur, de hoogste waardering. Daarna volgden de plekken A-3 en A-2. Door de betere bewortelbaarheid werd aan A-3 een hogere waarde toegekend dan aan A-2, de proefplek met een zandondergrond, die ongeveer op dezelfde diepte beneden mv. begint als de gelaagde ondergrond van nr.3. Proefplek C-10, de enige proefplek die vanuit grasland is ingeplant, kreeg een hogere waardering dan C-11. Weliswaar hebben beide proefplekken een goede structuur maar de horizonten van C-10 worden iets beter gekwalificeerd dan de overeenkomstige van C-11.

Op bedrijf G kreeg proefplek nr. 24 met zijn geleidelijk aflopend profiel de hoogste waardering. Nr. 23 van hetzelfde bedrijf heeft een "zwarte laag" ondiep in het profiel en een abrupte overgang in structuurvorm. De laagst gewaardeerde proefplek op bedrijf G, nr. 25, heeft ondiep in het profiel een zandlaag, rustend op een duidelijk gelaagde, zeer lichte zavelondergrond.

D-16 werd lager gewaardeerd dan D-14 vanwege een abrupte overgang in textuur dicht onder de humushoudende bovengrond en de daarmee samen-

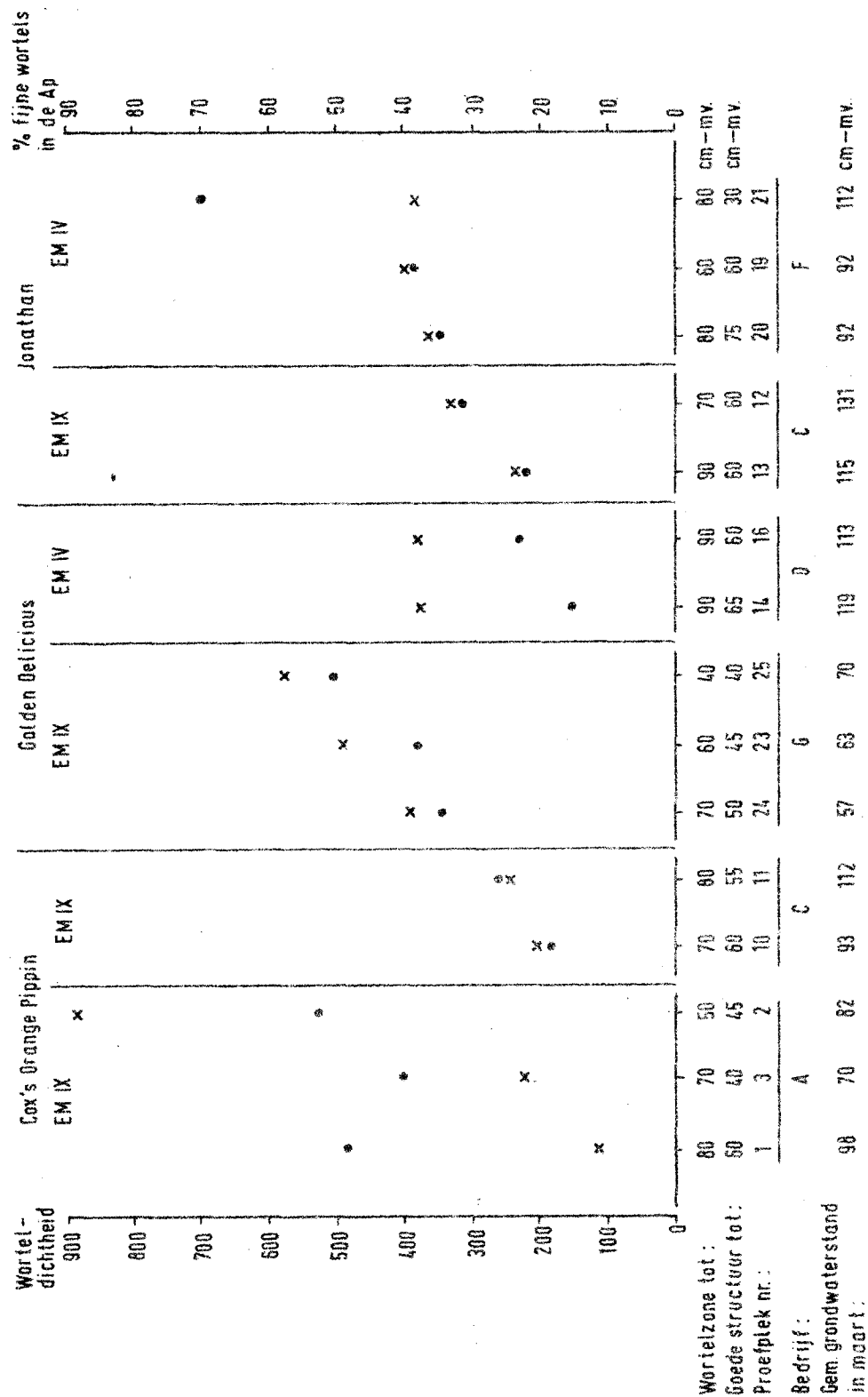


Fig. 18 De beworteling op enkele percelen met twee of drie proefplekken.

Per perceel vertonen de proefplekken verschillen in de bodemgesteldheid.

De proefplekken zijn gerangschikt naar een afnemende waardering van de grond.

(x = worteldichtheid = het aantal wortels dunner dan 1 mm, dat gemiddeld per m<sup>2</sup> in de wortelzone van een profielwand voorkomt

• = % fijne wortels in de Ap-horizont)

hangende grote verschillen in structuurvorm in de eerstgenoemde proefplek.

Het profiel van C-13 kreeg door een dikkere wortelzone een hogere waardering dan dat van C-12.

De opeenvolging van de proefplekken F-20 en F-19 met een lutumrijk dek van resp. 80 en 60 cm spreekt welhaast voor zichzelf. Hoewel in het profiel van de derde proefplek op dit bedrijf (F-21) een dikke wortelzone tot ontwikkeling kwam, is deze proefplek toch het laagst gewaardeerd, omdat de zandondergrond op 30 cm de beworteling ernstig stagneert, waardoor het verloop van de beworteling te wensen overlaat.

Tussen de proefplekken onderling is er een verschil in worteldichtheid op te merken. Op elk bedrijf blijken de laagst gewaardeerde gronden, op één uitzondering na, de grootste worteldichtheid te hebben (fig.18).

De gronden met een dun klei- of zaveldek vertonen een maximum aan wortels dicht boven de overgang naar de zandondergrond (vergelijk in fig.9 A-1 met A-2, in fig. 12 G-24 met G-25 en in fig. 13 F-20 met F-19).

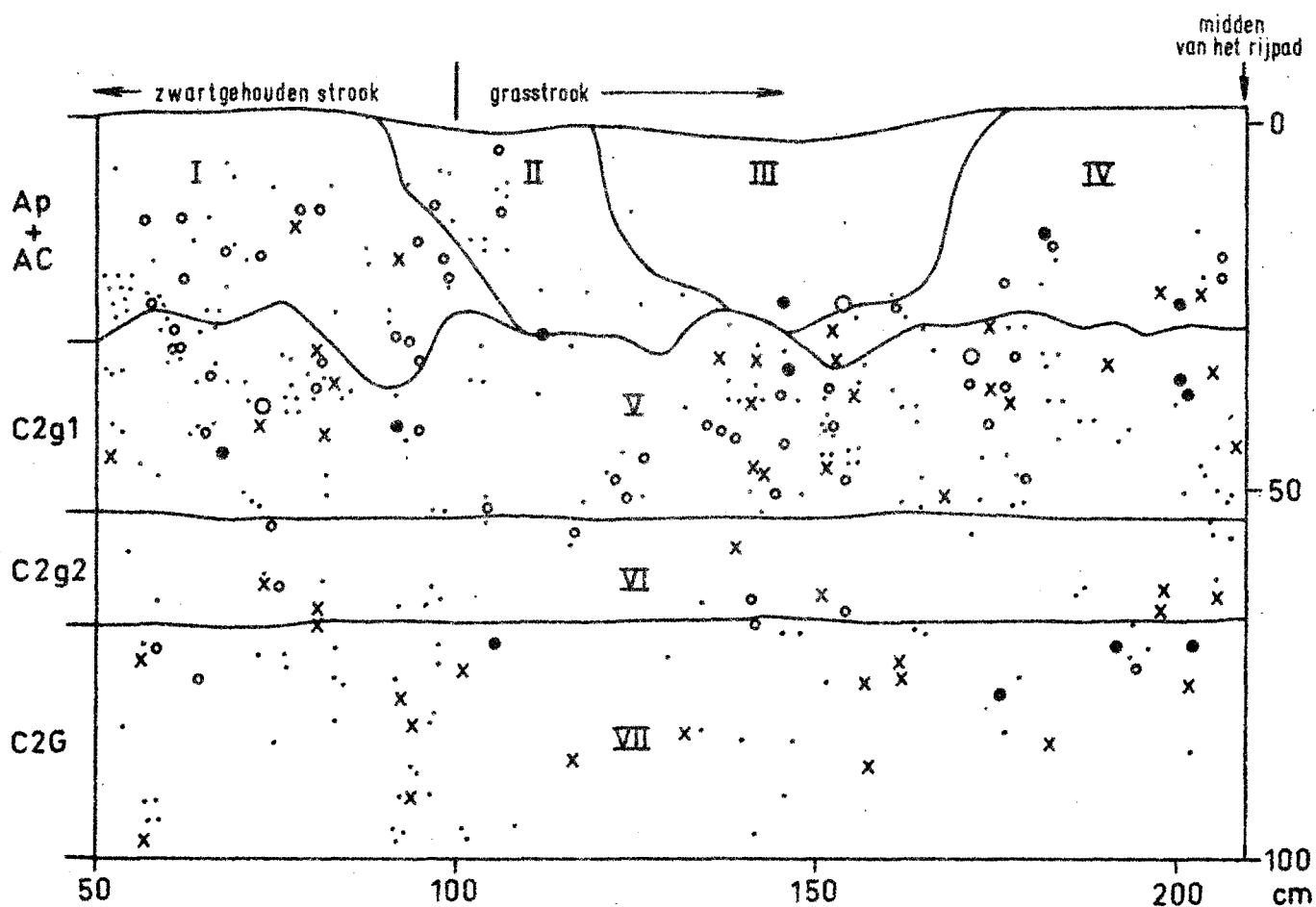
#### 6.2.5 Beworteling van de humushoudende bovengrond (Ap)

In de humushoudende bovengrond komen over korte afstanden grote verschillen in beworteling voor, die nauw samenhangen met een verschil in bodembehandeling. Dat is duidelijk te zien in fig. 19, die een weergave van de beworteling van een veertien jaar oude Golden Delicious-boom op proefplek B-7 geeft. De letters Ap + AC duiden de humushoudende bovengrond aan.

De grens tussen de zwart gehouden strook en de grasstrook ligt op 100 cm van de stam. In de zwart gehouden strook is de grond intensief doorworteld, met uitzondering van de bovenste 7 à 8 cm. De geringe beworteling in dit laagje is met grote waarschijnlijkheid te wijten aan een tekort aan vocht. Volledigheidshalve merken we nog op dat er in het jaar van de opname een sterke onkruidvegetatie heeft gestaan, die te laat in het voorjaar is doodgespoten.

De beworteling onder de grasstrook is veel ijler en ontbreekt zelfs geheel in de top van de bovengrond. De grens tussen het bewortelde en niet bewortelde deel van de grond is vrij scherp, wat wijst op een abrupte verandering in milieu-omstandigheden voor de wortels. Het vrijwel ontbreken van wortels in de humushoudende bovengrond kan niet verklaard worden met de grotere afstand tot de boom, want dan zou dat ook in de laag onder de bouwvoor het geval moeten zijn. Daar zijn echter de wortels regelmatig over het profiel verdeeld, wat de veronderstelling rechtvaardigt, dat de ongelijke beworteling in de bovengrond voor een belangrijk deel is terug te voeren op verschillen in structuur. In het wielspoor bijvoorbeeld (III in fig.19), waar de grond sterk verdicht is, treft men vrijwel geen wortels aan. De grond in het grootste deel van het rijpad heeft door de slechte structuur behalve een laag luchtgehalte ook een laag gehalte aan vocht, wat hier de graswortels tot geduchte vochtconcurrenten voor de boomwortels maakt. De groei van het gras begint al in april, terwijl de verdamping van de bomen pas in mei, als de bladontwikkeling op gang komt, van betekenis wordt. In de tussenliggende periode hebben de graswortels het vocht in de bovengrond al voor een belangrijk deel verbruikt.

Als men in de bovengrond het aantal wortels uit de klasse  $< \frac{1}{2}$  mm vergelijkt met het totale aantal uit de overige klassen, dan ziet men tussen de beide stroken een duidelijk verschil, dat nauw verband houdt met de structuur van de grond. In het slechtst bewortelde deel van de grasstrook (III en IV) is het aantal wortels met een doorsnede van meer dan een halve millimeter naar verhouding veel groter dan in de zwartgehouden strook. Een verschuiving in de verhouding tussen fijne en



#### Worteldoorsnede

- minder dan  $\frac{1}{2}$  mm
- $\frac{1}{2}$  - 1 mm
- 1 - 5 mm
- 5 - 10 mm
- x dode wortel

#### Bouwvoorstructuur

- I poreuze afgerond blokkige elementen, str. gr.  $1\frac{1}{2}$  -  $2\frac{1}{2}$
- II weinig poreuze afgerond blokkige elementen, str. gr.  $2\frac{1}{2}$
- III weinig poreuze afgeplat blokkige elementen, sterk verdicht(wielspoor), str. gr.  $\frac{1}{2}$  - 0
- IV weinig poreuze afgerond blokkige elementen en afgeplat blokkige elementen, str. gr.  $1\frac{1}{2}$

#### Structuur in de ondergrond

- V } poreuze sponsstructuur
- VI } poreuze sponsstructuur
- VII } fijnporeuze sponsstructuur

Fig. 19 Bewortelingsprofiel van een 14 jaar oude Golden Delicious op EMIX (proefplek B-7), staande op een matig lichte zavelgrond.  
Opname: 18 april 1963

dikkere wortels merkten we reeds eerder op, namelijk in de ondergrond bij abrupte overgangen van structuurvormen (zie blz. 24). Ook een toename van het aantal dikke wortels in de bovengronden, waarvan de structuur in de figuren 9 t/m 13 als "wisselend" staat aangegeven, wijst op abrupte structuurovergangen. Zo kan de aanwezigheid van een ploegzool de oorzaak zijn van een gering aantal fijne wortels in de toplaag. Dit betekent dat daar de voedingsstoffen, die door de fijnste wortels worden opgenomen, maar voor een deel door de vruchtbomen kunnen worden benut.

Opvallend was het hoge percentage fijne wortels in de Ap van gronden, die in de vorige paragraaf laag gewaardeerd zijn (fig. 18). Het is vooral in profielen met gebreken in de ondergrond van uitermate groot belang, dat de structuur van de bovengrond goed is. Met andere woorden: gunstige omstandigheden in de bovengrond zullen de tekortkomingen van de ondergrond moeten compenseren.

### 6.3 Ontwikkeling van de bomen

Figuur 20 is ontworpen om aan te tonen dat het verschil in waardering van de gronden tot uiting komt in een verschil in groei van de bomen. De gegevens zijn afkomstig van dezelfde proefplekken als in paragraaf 6.2.4 zijn behandeld. Ook hier zijn weer twee of drie proefplekken van één perceel gerangschikt naar afnemende waardering van de grond. Ze hebben dus dezelfde volgorde als in figuur 18. De groei van de bomen is in fig. 20 uitgedrukt met behulp van de gemiddelde bedekkingsgraad, berekend over drie jaar.

Als men de proefplekken per bedrijf met elkaar vergelijkt blijkt, dat de bomen op de hoogst gewaardeerde gronden tevens de hoogste bedekkingsgraad hebben. De voorwaarden voor de beworteling zijn daar het gunstigst en men treft er in het algemeen de dikste wortelzones in aan waarvan de grens bij ca. 80 cm ligt. Een diepe wortelzone is dus een belangrijke voorwaarde voor een goede groei van de boom. Zelfs op de laag gewaarde vlakvaaggrond (proefplek F-21) met een zaveldek van slechts 30 cm, maar met een wortelzone van 80 cm, blijft de omvang van de bomen maar weinig achter bij die van de hoogst gewaardeerde proefplek F-20.

Ook andere onderzoekers hebben zich bezig gehouden met de beworteling van appelbomen en met de invloed daarvan op de groei. Waarnemingen van Braams (1960) tonen aan, dat voor een goede ontwikkeling van appelbomen op zeekeigronden de beworteling tot ten minste 70 à 80 cm diepte door moet gaan.

Butijn (1961) constateerde, dat goede profielen in een zeekeigebied een wortelzone tot zeker 80 cm diep hadden. Van der Kloes (1965) is van mening, dat dit niet altijd voldoende is en wijst er o.i. terecht op, dat aard en kwaliteit van de doorwortelde lagen van doorslaggevende betekenis zijn.

De verschillen in bedekkingsgraad tussen de proefplekken met bodemverschillen lijken in het algemeen niet groot. Enerzijds ligt dat aan de plantafstand of aan de keuze van ras en/of onderstam, anderzijds aan de cultuurmaatregelen. Bij het inplanten van een boomgaard verwacht de fruitteiler, dat de boom de toegemeten oppervlakte grond zal benutten. Is dat het geval, dan blijft er nog voldoende ruimte over voor het uitvoeren van de werkzaamheden. Ook de lichttoetreding schept dan geen problemen.

Verloopt de ontwikkeling van de bomen niet volgens verwachting, doordat de beplanting te dicht wordt of te open blijft, dan zal de teler dit trachten te corrigeren. De te nemen maatregelen vragen echter veel inzicht en vakmanschap. Het resultaat is gewoonlijk, dat er toch groeiverschillen blijven bestaan, in bepaalde gevallen zelfs grote. Ter illustratie geven we enkele voorbeelden van aanpassingsmogelijkheden, die werden toegepast.



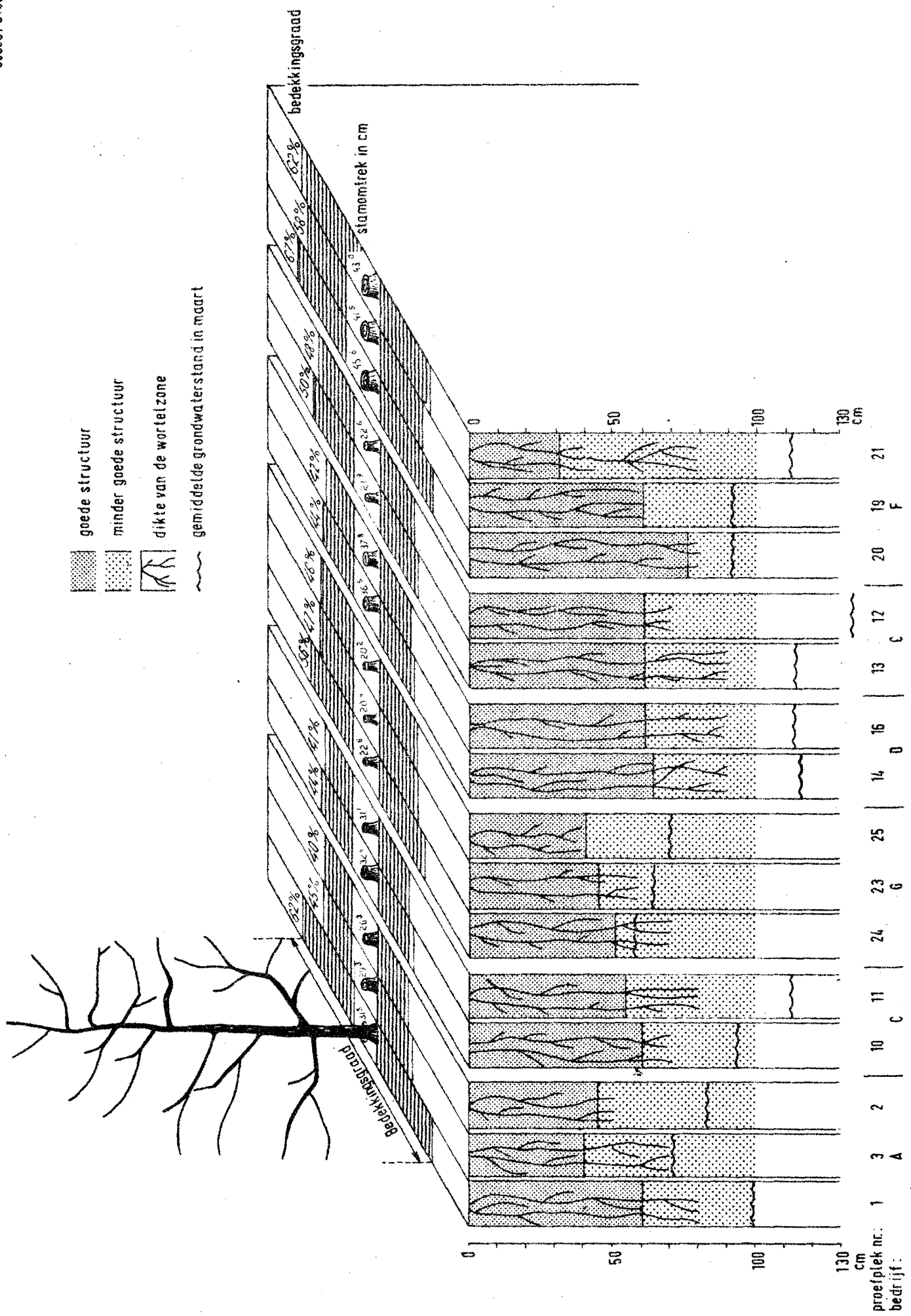


Fig. 20 De gemiddelde bedekkingsgraad berekend over een periode van drie jaar en de stamomtrek in 1963 op enkele proefplekken. De proefplekken zijn per perceel gerangschikt naar afnemende waardering van de grond

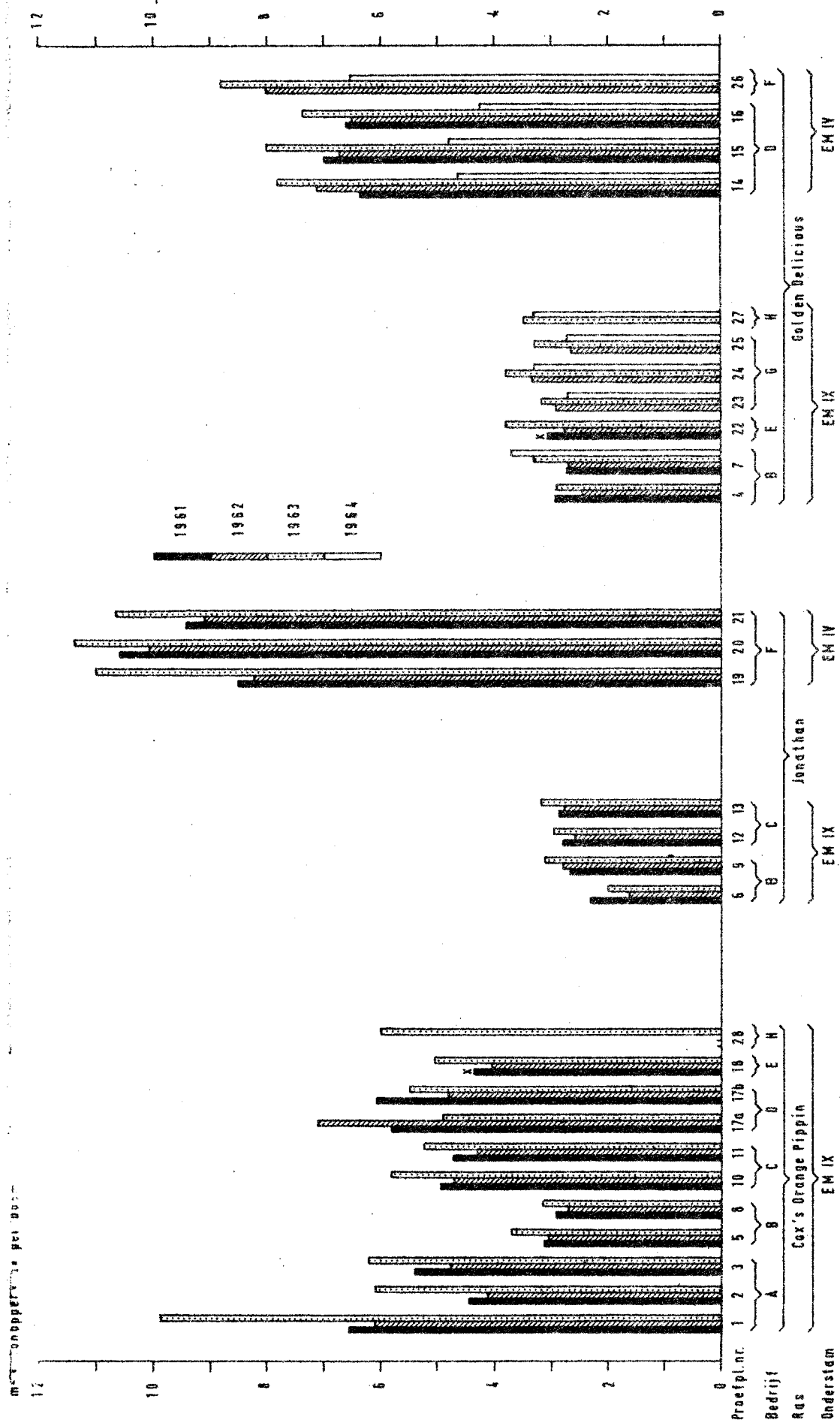


Fig.21 De gemiddelde kroonoppervlakte per boom in m² per proefplek en per jaar

Bij de aanleg van de boomgaard moest de fruitteler van bedrijf G genoegen nemen met een zeer nauwe plantafstand (zie tabel 1). Achteraf bleek, dat hij de beplanting onbewust had aangepast aan de omstandigheden op het bedrijf. Door onvoldoende ontwatering groeiden de bomen op de proefplekken tamelijk beheerst waardoor er toch nog voldoende ruimte tussen het grote aantal bomen per oppervlakte-eenheid overbleef.

De bedekkingsgraad van proefplek F-21, gelegen op de laag gewaardeerde vlakvaaggrond met een zaveldek van slechts 30 cm, was weinig lager dan die van de hoogst gewaardeerde proefplek F-20 met een kleidek van 80 cm. Door de keuze van het ras Jonathan en van de matig sterke onderstam EM IV was ook hier de beplanting min of meer aangepast aan de bodemgesteldheid. Wanneer op deze vlakvaaggrond Cox's Orange Pippin, veredeld op het zwakgroeiende onderstamtype EM IX, was geplant, zou de teelt zeer waarschijnlijk zijn mislukt.

De resultaten van proefplek A-2, waar de zandondergrond begint op 50 cm, dus 30 cm dieper dan op proefplek F-21, wijzen sterk in die richting, hoewel we hierbij moeten opmerken dat F-21 veel beter ontwaterd is dan A-2.

Op bedrijf A waren de verschillen in bedekkingsgraad tussen de hoogst gewaardeerde proefplek (A-1) en de lager gewaardeerde proefplekken (A-2 en A-3), alle met Cox's Orange Pippin, bijzonder groot. De hoogste bedekkingsgraad werd ook hier gevonden op de hoogst gewaardeerde grond. De kg-opbrengsten van dit bedrijf lieten ieder jaar te wensen over (tabel 7). Om de vruchtbaarheid te bevorderen werden de grootste bomen in de winter spaarzaam gesnoeid en werd er in het groeiseizoen een zomersnoei toegepast. Alle bomen van proefplek A-1 en een zeer klein aantal bomen van de beide andere proefplekken zijn op deze wijze behandeld. De cultuurmaatregelen remden de sterke groei niet af, zodat de beplanting op de hoogst gewaardeerde proefplek te dicht werd (fig.21). De bloei van de bomen was goed, maar waarschijnlijk door te zwakke bloemen, als gevolg van een gebrekkige lichttoetreding, kwam het, althans in de onderzoeksperiode, niet tot een optimale vruchtdracht.

In de kroonoppervlakte van de bomen en daardoor ook in de bedekkingsgraad, was van jaar tot jaar een sterke variatie (fig.21) als gevolg van het ingrijpen van de fruitteler. De snoei wordt onder meer aangepast aan de verwachte vruchtdracht in het volgende groeiseizoen. In een jaar met weinig gemengde knoppen snoeit de fruitteler de bomen spaarzaam, in tegenstelling tot een jaar met een overvloedige bezetting. Zo werd er in de winter van 1962/1963 over het algemeen betrekkelijk weinig hout weggenomen, waardoor de omvang van de bomen in 1963 iets groter was dan in het voorafgaande jaar (fig.21).

De stamomtrek is eveneens een groeiindicator. De grootste stamomtrek treft men aan bij de bomen op de hoogst gewaardeerde gronden, enkele uitzonderingen daargelaten (fig.20). Het ligt voor de hand dat ook aandacht werd geschonken aan de scheutontwikkeling; wij konden daarover echter niet voldoende gegevens verkrijgen. Vergelijking van het schaarse cijfermateriaal, afkomstig van proefplekken binnen één perceel leerde ons dat de gemiddelde scheutlengte van de bomen maar weinig verschilt. Door een vakkundige snoei en door het dunnen van de vruchten bereikt de fruitteler blijkbaar een gelijkmatige ontwikkeling van de scheuten.

#### 6.4 Opbrengst en kwaliteit

##### 6.4.1 Niveau van de opbrengsten

Om een indruk te krijgen van het niveau van de gemiddelde kg-opbrengsten, hebben wij deze opbrengsten vergeleken met de uitkomsten van een onderzoek, dat door het LEI op de Zuidhollandse Eilanden is

Tabel 7. Gemiddelde kg-opbrengsten <sup>1)</sup> van de proefplekken

| Ras en nr. van de proefplek | Gem. kg-opbrengst per are uitgedrukt in % t.o.v. de proefplek met de diepst doorgaande goede structuur |       |       |       | Gemiddelde in |     | Dikte wortelzone | Goede structuur tot ...cm diepte | Profielverloop |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|---------------|-----|------------------|----------------------------------|----------------|
|                             | 1961   | 1962  | 1963  | 1964  | kg/are        | %   |                  |                                  |                |
| <u>Cox's O.P. EM IX</u>     | 195kg  | 259kg | 315kg |       |               |     |                  |                                  |                |
| B- 8                        | = 100  | = 100 | = 100 |       | 256           | 100 | 80               | 100                              | 5              |
| A- 1                        | 83   | 89    | 96    |       | 232           | 91  | 80               | 60                               | 5              |
| A- 2                        | 88   | 67    | 53    |       | 171           | 67  | 50               | 45                               | 5              |
| A- 3                        | 70   | 63    | 56    |       | 159           | 62  | 70               | 40                               | 5              |
| C-10                        | 164  | 111   | 115   |       | 323           | 126 | 70               | 60                               | 5              |
| C-11                        | 149  | 122   | 96    |       | 303           | 118 | 80               | 55                               | 5              |
| D-17                        | 126  | 46    | 86    |       | 213           | 83  | 60               | 40                               | 5              |
| E-18                        | 267  | 254   | 208   |       | 612           | 239 | 90               | 80                               | 5              |
| H-28                        |  | 38    | 106   |       | 216           | 84  | 80               | 70                               | 5              |
| <u>Jonathan EM IX</u>       | 377kg  | 404kg | 380kg |       |               |     |                  |                                  |                |
| B- 9                        | = 100  | = 100 | = 100 |       | 387           | 100 | 90               | 100                              | 5              |
| C-12                        | 114  |       | 119   |       | 441           | 114 | 70               | 60                               | 5              |
| C-13                        | 128  | 135   | 131   |       | 509           | 132 | 90               | 60                               | 5              |
| <u>Golden D. EM IX</u>      | 567kg  | 537kg | 703kg | 902kg |               |     |                  |                                  |                |
| B- 7                        | = 100  | = 100 | = 100 | = 100 | 677           | 100 | 80               | 100                              | 5              |
| E-22                        | 165  | 147   | 98    |       | 805           | 119 |                  |                                  | 5              |
| G-23                        |  | 70    | 91    | 55    | 506           | 75  | 60               | 45                               | 5              |
| G-24                        |  | 113   | 114   | 69    | 677           | 100 | 70               | 50                               | 5              |
| G-25                        |  | 90    | 98    | 60    | 571           | 84  | 40               | 40                               | 5              |
| H-27                        |  | 19    | 62    | 53    | 339           | 50  | 80               | 40                               | 5              |
| <u>Jonathan EM IV</u>       | 277kg  | 134kg | 459kg |       |               |     |                  |                                  |                |
| F-20                        | = 100  | = 100 | = 100 |       | 290           | 100 | 80               | 75                               | 5              |
| F-19                        | 133  | 138   | 103   |       | 342           | 118 | 60               | 60                               | 2              |
| F-21                        | 59   | 69    | 64    |       | 183           | 63  | 80''             | 30                               | -              |
| <u>Golden D. EM IV</u>      | 579kg  | 360kg | 528kg | 412kg |               |     |                  |                                  |                |
| D-14                        | = 100  | = 100 | = 100 | = 100 | 470           | 100 | 90               | 65                               | 5              |
| D-15                        | 102  | 99    | 105   | 88    | 466           | 99  | 80               | 50                               | 5              |
| D-16                        | 95   | 91    | 92    | 98    | 443           | 94  | 90               | 60                               | 5              |
| F-26                        |  | 54    | 104   | 105   | 391           | 83  | 60               | 50                               | 2              |

<sup>1)</sup> Berekend over zuiver beteelbare oppervlakte.

''') Onderbroken.

uitgevoerd bij Cox's Orange Pippin EM IX en Golden Delicious EM IX.

Tabel 6. Gemiddelde kg-opbrengsten volgens een opbrengstonderzoek van het LEI en volgens een onderzoek van de Stichting voor Bodemkartering op de Zuidhollandse Eilanden

| Jaar | Gemiddelde kg-opbrengsten per are |                      |                        |                      |
|------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|      | Cox's Orange Pippin EM IX         |                      | Golden Delicious EM IX |                      |
|      | Onderzoek<br>LEI                  | Proefplek<br>Stiboka | Onderzoek<br>LEI       | Proefplek<br>Stiboka |
| 1962 | 205                               | 269                  | 266                    | 509                  |
| 1963 | 233                               | 315                  | 397                    | 672                  |
| 1964 |                                   |                      | 340                    | 640                  |

Het blijkt dat de gemiddelde kg-opbrengsten van de proefplekken hoger liggen dan die van het LEI-onderzoek; bij Golden Delicious zijn ze zelfs belangrijk hoger. Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven. Het is echter niet uitgesloten, dat bij de keuze van de bedrijven het LEI minder op de verzorging van de boomgaarden heeft geselecteerd dan wij. Meer gegevens over de kg-opbrengsten van de proefplekken zijn weergegeven in de figuren 22 t/m 26 en in tabel 7.

#### 6.4.2 Bedekkingsgraad en kg-opbrengst

Uit het opbrengstonderzoek van het LEI is gebleken, dat een optimale beplantingsdichtheid en een voldoende hoge kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte, voorwaarden zijn voor een hoge produktie per oppervlakte-eenheid. Van Dam (1966), die van 1959 t/m 1963 bij het ras Jonathan een proefplekkenonderzoek op zware rivierkleigronden uitvoerde, vond een wiskundig betrouwbaar verband tussen kg-opbrengst per ha en gemiddelde beplantingsdichtheid. Naarmate de laatste groter was, namen de opbrengsten toe.

In figuur 27 zijn de opbrengsten van enkele van onze proefplekken tegen de bedekkingsgraad uitgezet. De uitkomsten komen in grote trekken overeen met die van bovengenoemde onderzoeken. Wij wijzen er nogmaals op, dat wat wij bedekkingsgraad noemen, niet kan worden vergeleken met de benuttingsfactor of beplantingsdichtheid van het LEI, tenzij men correcties toepast. Dit geldt eveneens voor de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte.

Doordat de best gegroeide bomen de hoogste opbrengsten per are geven, is een verschil in kg-opbrengst tussen de proefplekken weer terug te voeren op een verschil in kwaliteit van de grond. En inderdaad blijkt uit figuur 28, dat de hoogst gewaardeerde gronden de hoogste opbrengsten geven. Hierop is slechts één uitzondering namelijk proefplek F-20, waarvan de opbrengst beneden die van F-19 blijft. Waarschijnlijk moet de verklaring worden gezocht in een tijdelijk ingrijpen in het normale grondwaterstandsverloop (zie blz. 29).

Voor de kg-opbrengst per boom is behalve zijn omvang ook de opbrengstcapaciteit van het ras bepalend. De kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte geeft een beeld van de produktiecapaciteit. Ze hangt af van het type onderstam, de leeftijd van de boom en de produktie-omstandigheden in het desbetreffende jaar. De vraag is nu of behalve deze factoren ook de kwaliteit van de grond van invloed is op de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlak.

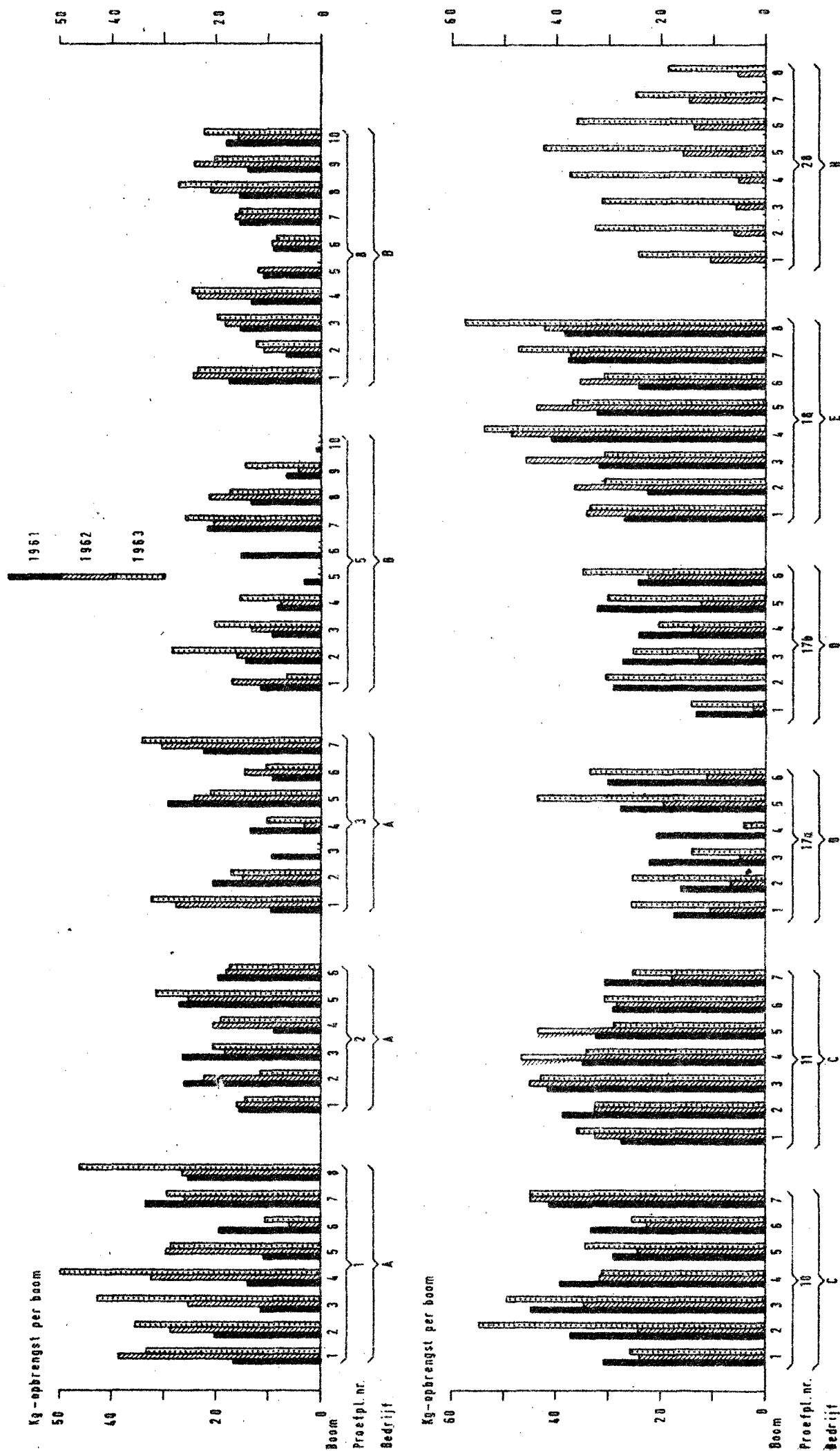


Fig. 22 Kg-opbrengst van Cox's Orange Pippin EMIX per boom in 1961, 1962 en 1963

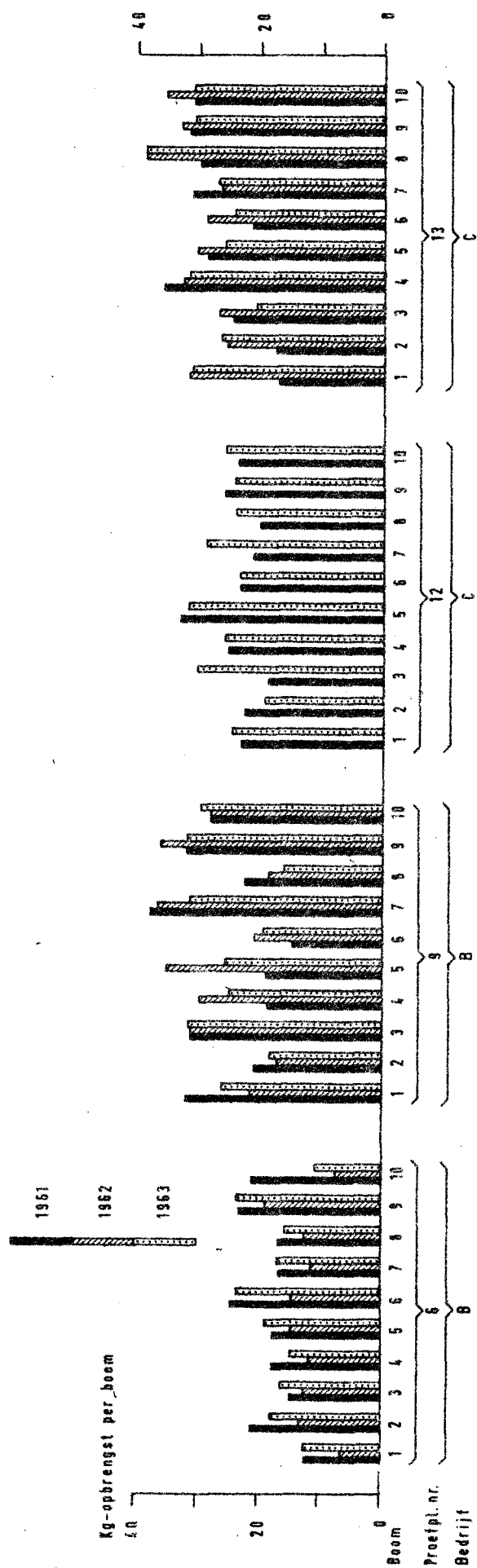


Fig. 23 Kg-opbrengst van Jonathon EM IX per boom in 1961, 1962 en 1963

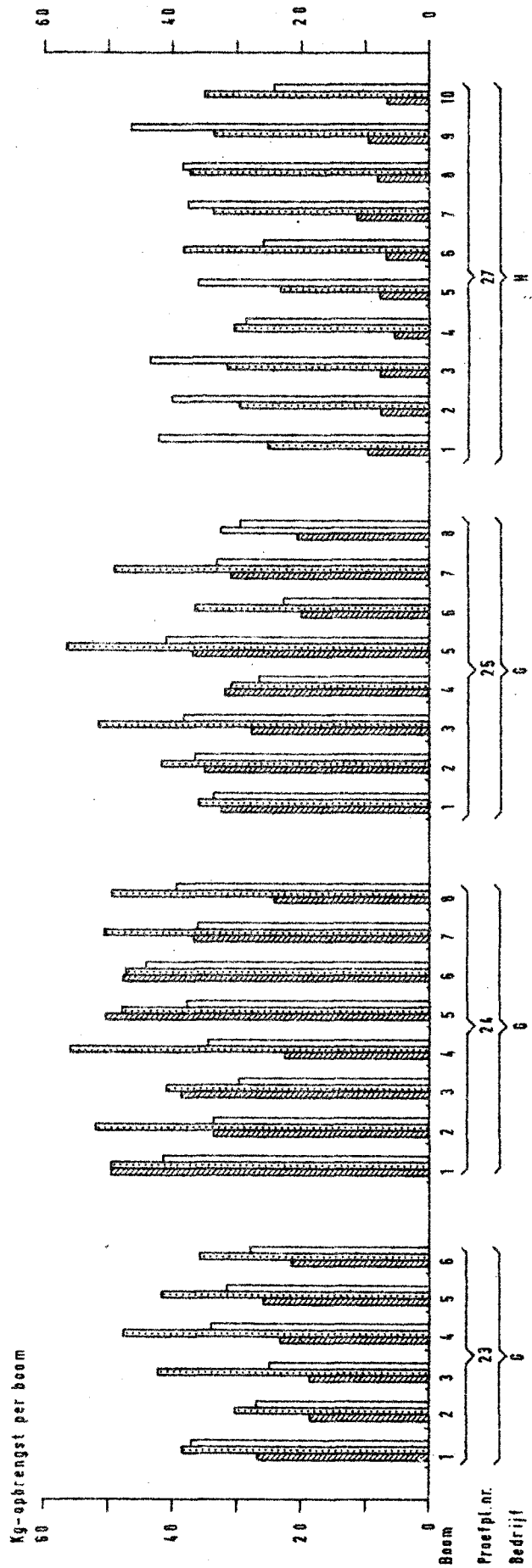
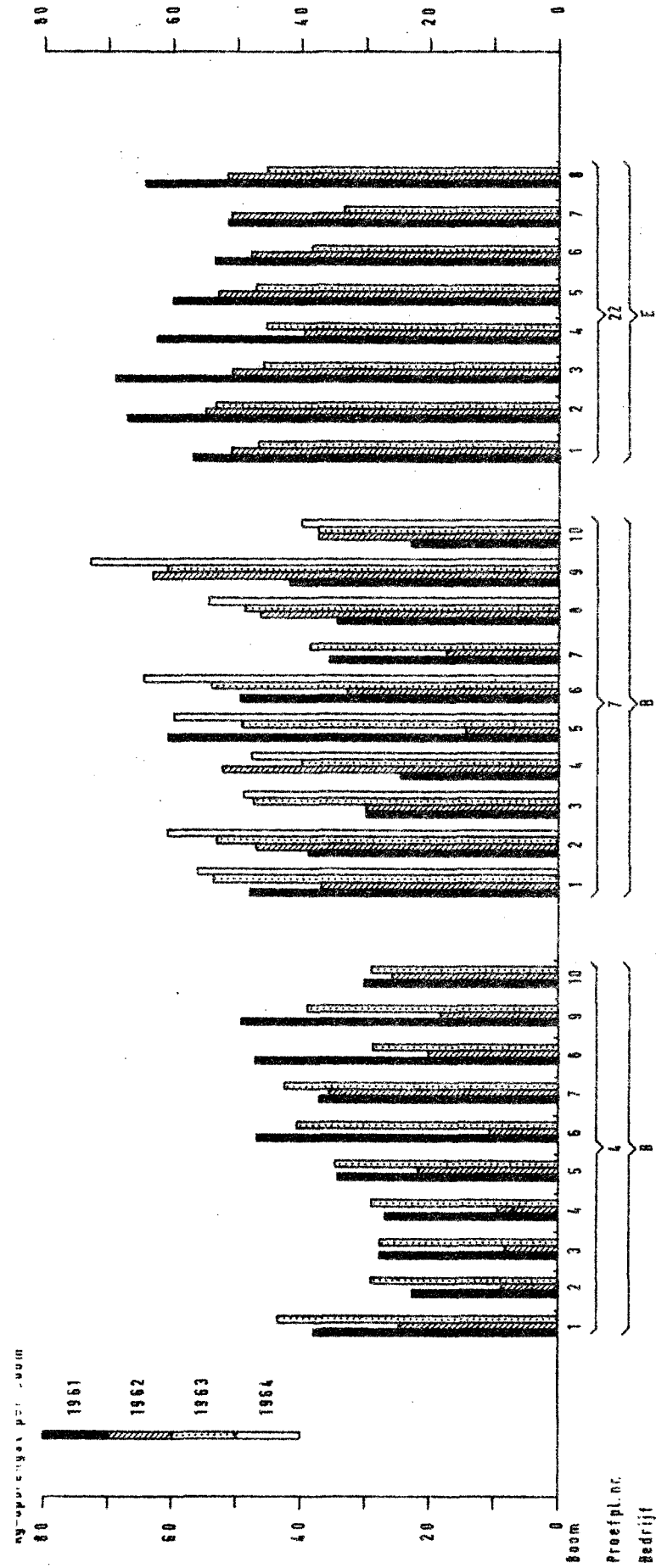


Fig. 24 Kg-opbrengst van Golden Delicious EMIX per boom in de jaren 1961 t/m 1964



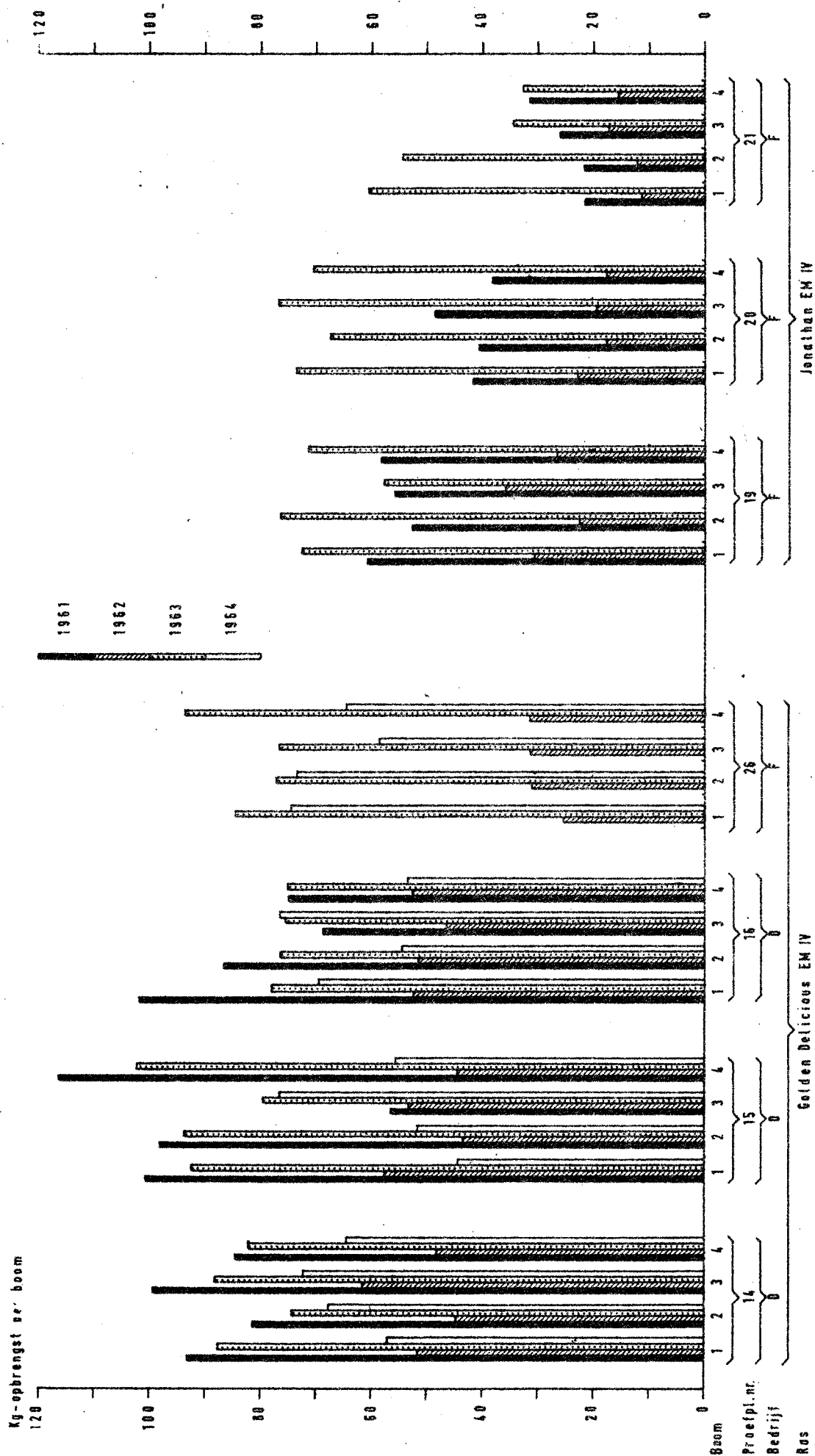


Fig. 25 Kg-opbrengst van Golden Delicious EM IV en Jonathan EM IV per boom in de jaren 1961 t/m 1964

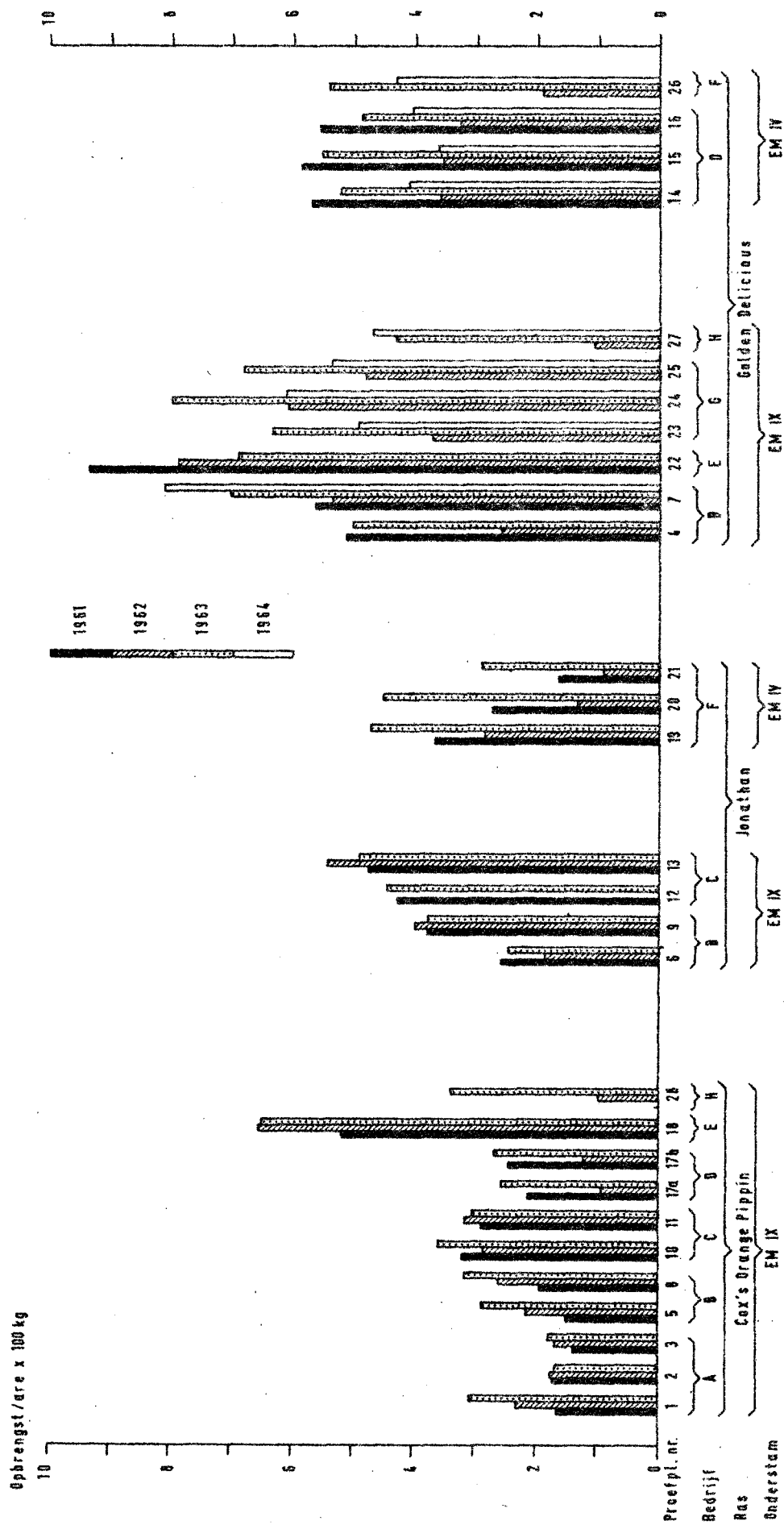


Fig. 26 Gemiddelde kg-opbrengst van de proefplekken per are (zuiver beteelbare oppervlakte) in de jaren 1961 t/m 1964

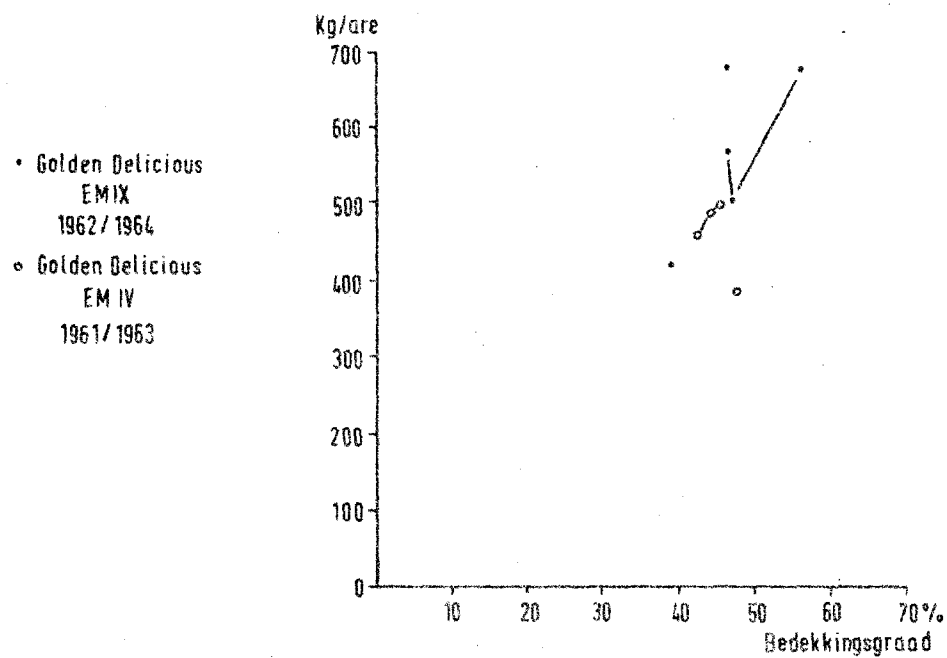
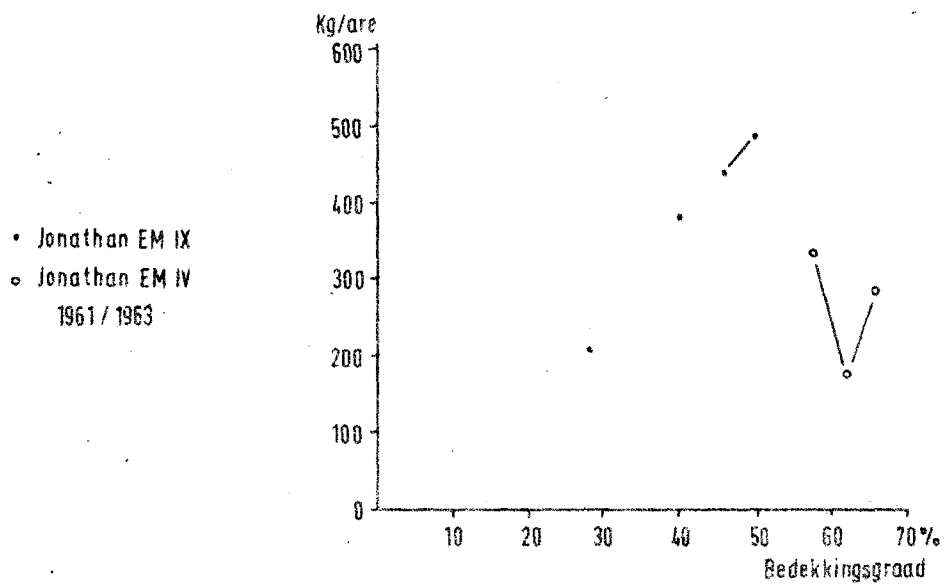
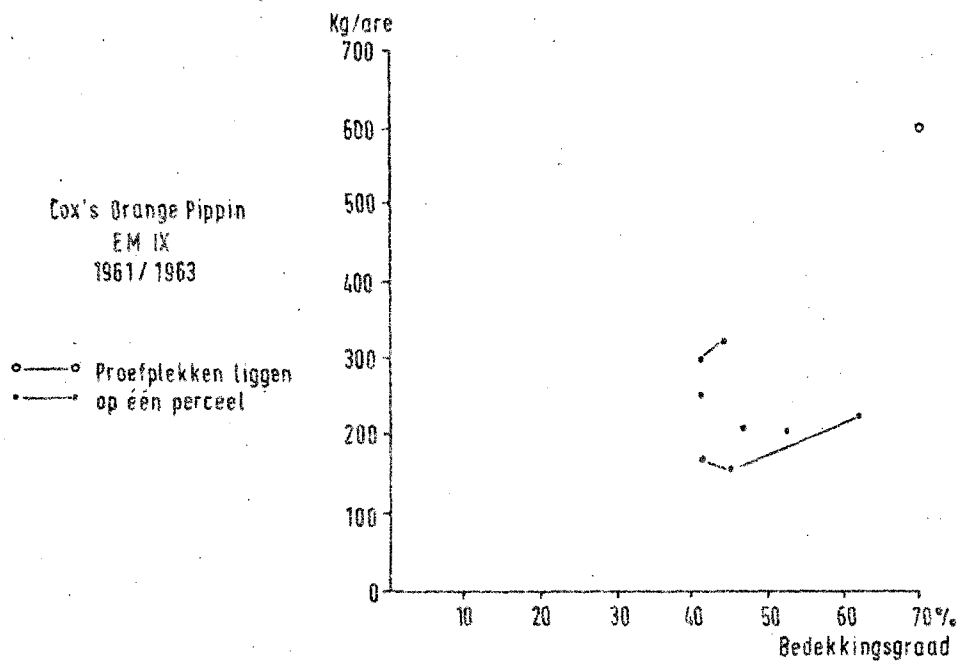


Fig. 27 Verband tussen de gemiddelde kg-opbrengst per are (zuiver beteeltbare oppervlakte) en de bedekkingsgraad

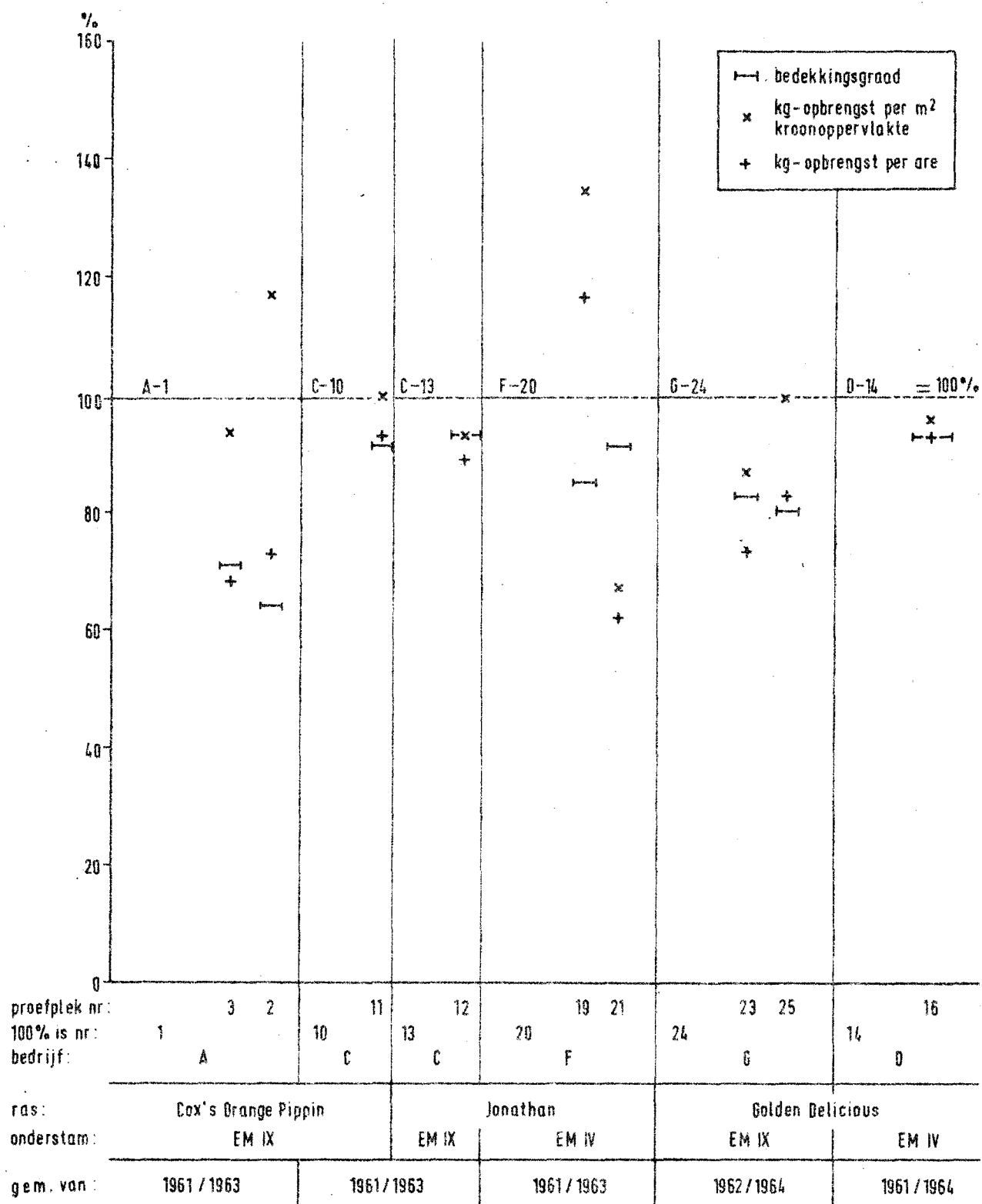


Fig.28 Gegevens van één of twee proefplekken, uitgedrukt in procenten van de gegevens van de proefplek met de hoogst gewaardeerde grond (= 100%) op hetzelfde perceel

Uit figuur 28 blijkt, dat binnen één perceel met twee of drie proefplekken met hetzelfde ras, de kg-opbrengsten per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte per proefplek verschillen. In een aantal gevallen ligt de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte van de lager gewaardeerde proefplekken boven die van de hoger gewaardeerde gronden, maar gewoonlijk blijft ze daar beneden. Een verklaring van deze verschillen is moeilijk te geven. Extreme verschillen in kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte binnen één perceel constateerden we op de bedrijven A en F met respectievelijk Cox's Orange Pippin EM IX en Jonathan EM IV.

Op bedrijf A werd een relatief zeer lage kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte gevonden op de hoogst gewaardeerde grond (proefplek A-1). Zeer waarschijnlijk moet hier de oorzaak worden gezocht in de grote omvang van de bomen en een spaarzame snoei, die een goede lichttoetreding in de weg staan. Overigens was op één van de lager gewaardeerde proefplekken van hetzelfde perceel, namelijk op A-3, het niveau van de opbrengst nog iets lager. En daar schiep de lichttoetreding zeker geen moeilijkheden, aangezien de bedekkingsgraad aanzienlijk lager lag en de bomen ruim gesnoeid waren.

Op bedrijf F waren de verschillen in kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte nog groter dan op bedrijf A. De bomen op de proefplekken 20 en 21 met respectievelijk een klei- of zaveldek van 80 en 30 cm hebben beide een wortelzone van 80 cm. Maar op proefplek 21 is de be worteling niet regelmatig over deze diepte verdeeld. Bij een nagenoeg gelijk gemiddeld vruchtgewicht was het aantal appels, en daarmee de opbrengst, op deze proefplek aanzienlijk lager. De bedekkingsgraad van de beide proefplekken liep evenwel niet ver uiteen. We zien dus, dat de vegetatieve groei van de bomen op proefplek 21 niet in ernstige mate werd belemmerd, maar dat wel de opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte achterbleef. Voor een optimale groei en produktie is alleen een diepe beworteling blijkbaar niet voldoende. Een gelijkmatige verdeling van de wortels over het profiel is eveneens een vereiste. Deze conclusie stemt overeen met de mening van Van der Kloes (1965), die er op wijst dat de aard en de kwaliteit van de doorwortelde laag van doorslaggevende betekenis zijn.

Hoewel F-20 op dit bedrijf de hoogst gewaardeerde proefplek is en ook de hoogste bedekkingsgraad heeft, ligt de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte van proefplek F-19 aanzienlijk hoger (fig. 28). De oorzaak moet wellicht in een tijdelijke afwijking van het normale grondwaterstandsverloop worden gezocht. In 1961 werd van 7 juli tot 1 augustus de sloot langs het perceel afgedamd en de slootwaterstand verhoogd, met het doel een ander deel van het bedrijf te kunnen beregenen. Deze maatregel had op de proefplekken F-19 en F-20 een verhoging van de grondwaterstand tot gevolg. De grondwaterspiegel steeg van ongeveer 135 cm tot ca. 60 cm beneden maaiveld. Op F-19 is dit tevens het niveau, waarop de onderkant van de wortelzone en van het kleidek ligt. De bomen op deze proefplek met zijn ondiepe zandondergrond hebben vermoedelijk geprofiteerd van de tijdelijke grondwaterstandshoging. Op F-20, die een dik kleidek en een wortelzone van 80 cm heeft, kwam in de groeiperiode een deel van de wortels tijdelijk in het grondwater te staan, wat daar misschien nadelig heeft gewerkt. Het valt overigens op, dat de opbrengst van beide proefplekken in 1963 ongeveer gelijk was, namelijk 6,93 kg/m<sup>2</sup> van F-19 en 6,48 kg/m<sup>2</sup> van F-20, wat er op kan wijzen, dat de bomen op de proefplek met het dikke kleidek zich toen pas van het teveel aan water hadden hersteld.

Uit de voorgaande bespreking is wel duidelijk geworden, dat tal van factoren, zoals lichttoetreding, profielopbouw en waterhuishouding, van invloed zijn op de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte.

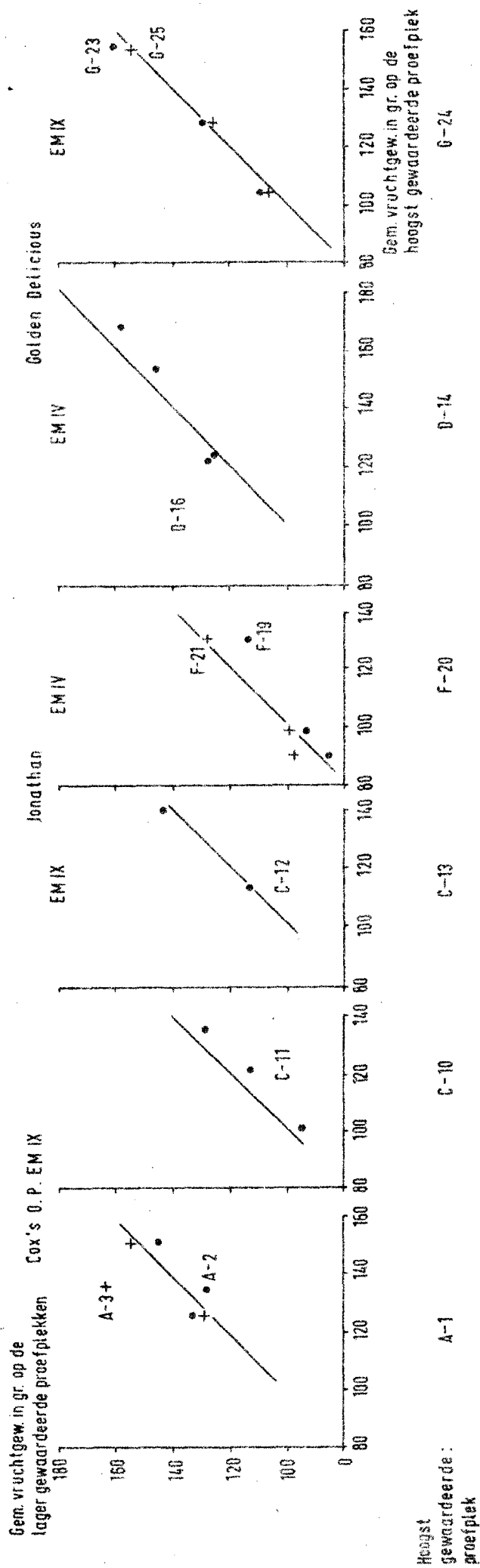


Fig. 29 Het gemiddelde vruchtgewicht over een periode van twee, drie of vier jaren op een proefplek met de hoogst gewaardeerde grond (nr. onder de figuur) in vergelijking met dat op één of twee proefplekken met een lager gewaardeerde grond (nr. in de figuur) binnen één perceel

#### 6.4.3 Vruchtgewicht

De consument stelt, afhankelijk van het ras, eisen aan de grootte van de vrucht. Bij het onderzoek hebben wij daarom het gemiddelde vruchtgewicht bepaald om na te gaan of er een verband bestaat tussen de kwaliteit van de grond en de vruchtgrootte.

Voor een appel van het ras Cox's Orange Pippin is een vruchtgewicht van ongeveer 125 gram gewenst, voor Jonathan is dat  $\pm$  110 gram en voor Golden Delicious ongeveer 140 gram. Het bleek, dat in de jaren 1962 en 1963 het gemiddelde vruchtgewicht op vrijwel alle proefplekken kleiner was. Klimatologische omstandigheden waren daar de oorzaak van.

Bij vergelijking van het gemiddelde vruchtgewicht van de appels van vrijwel alle proefplekken binnen één perceel (fig.29) komt geen duidelijk verschil tussen de hoogst gewaardeerde en lager gewaardeerde gronden naar voren. Hierop zijn slechts enkele uitzonderingen. Het gemiddelde vruchtgewicht van de appels op de hoogst gewaardeerde proefplek C-10 is elk jaar hoger dan op proefplek C-11. Proefplek C-10 is de enige proefplek, die vanuit grasland is ingeplant. Ook blijft het vruchtgewicht op F-19, de proefplek met een kleidek van 60 cm, beneden het niveau van F-20, de hoogst gewaardeerde proefplek van het perceel. Daarentegen is het gemiddelde vruchtgewicht op F-21, met een zaveldek van slechts 30 cm, vrijwel gelijk aan dat op F-20. Het aantal appels van proefplek F-21 is echter elk jaar aanzienlijk lager.

Dat de variaties in bodemgesteldheid niet tot uiting komen in een verschil in vruchtgewicht, hangt o.a. samen met het dunnen van de appels. Bij het verwijderen van de vruchtjes houdt men onder meer rekening met de groeikracht van de boom. Deze cultuurmaatregel heeft gewoonlijk een gunstige invloed op de vruchtgrootte.

#### 6.4.4 Vruchtverruwing

In het huidige assortiment neemt het ras Golden Delicious een belangrijke plaats in; de consument vraagt een grote goed smakende appel met een gladde schil. Meermalen levert de fruitteler echter een produkt met een ruwe schil.

Naar de oorzaken van vruchtverruwing is al betrekkelijk veel onderzoek verricht. Men is tot de conclusie gekomen, dat meer dan één factor er verantwoordelijk voor is. Het is bijvoorbeeld bekend, dat sommige bestrijdingsmiddelen, al of niet in combinatie, verruwing in de hand werken. Vaak kan er ook verband gelegd worden met bepaalde klimatologische omstandigheden. In 1961 was het percentage ruwe vruchten laag, in 1963 hoog. Van andere onderzoekers vernamen wij, dat in het voorjaar van 1963 in hun gebied vrijwel alle haarwortels bovenin het profiel dood waren. De vorstperiode kan het wortelstelsel hebben beschadigd, waarschijnlijker is echter, dat het afsterven van de wortels moet worden toegeschreven aan de zeer natte opdooi, die op de vorstperiode volgde. Wij hebben de beworteling in 1963 niet opgenomen, maar ook in ons gebied kunnen de wortels door vorst of opdooi zijn beschadigd. Ook de bemesting heeft invloed op de vruchtverruwing. Op het proefbedrijf te Numansdorp leverde de plek met de laagste stikstofgift het hoogste percentage vruchten met een gladde schil op.

Uit ons onderzoek blijkt, dat er per bedrijf, per proefplek en per jaar belangrijke verschillen in het percentage ruwe vruchten bestaan. Als we de bedrijven naar het percentage gladde vruchten in een volgorde van hoog naar laag rangschikken (tabel 8), dan zien we dat die volgorde elk jaar anders is. Enkele proefplekken vormen daarop een uitzondering: bij die met bomen op een zwakke onderstam (EM IX), heeft E-22 steeds het laagste percentage gladde vruchten en bij die met bomen op een matig sterke onderstam (EM IV) komt F-26 ieder jaar met het hoogste percentage gladde vruchten naar voren. Van proefplek E-22 zijn slechts over twee jaren gegevens verzameld.

Tabel 8. Vruchtverruwing in gewichtsprocenten bij het ras Golden Delicious

| Proefplek nr. | 1961                           |                           |      | 1962                           |                           |      | 1963                           |                           |      | 1964                           |                           |      |
|---------------|--------------------------------|---------------------------|------|--------------------------------|---------------------------|------|--------------------------------|---------------------------|------|--------------------------------|---------------------------|------|
|               | Deel v.d. vrucht met verruwing |                           | Glad | Deel v.d. vrucht met verruwing |                           | Glad | Deel v.d. vrucht met verruwing |                           | Glad | Deel v.d. vrucht met verruwing |                           | Glad |
|               | $< \frac{1}{4}$                | $\frac{1}{4}-\frac{1}{2}$ |      | $< \frac{1}{4}$                | $\frac{1}{4}-\frac{1}{2}$ |      | $< \frac{1}{4}$                | $\frac{1}{4}-\frac{1}{2}$ |      | $< \frac{1}{4}$                | $\frac{1}{4}-\frac{1}{2}$ |      |
| <u>EM IX</u>  |                                |                           |      |                                |                           |      |                                |                           |      |                                |                           |      |
| B-4           | 93                             | 7                         | 66   | 33                             | 1                         | 22   | 66                             | 11                        | 1    |                                |                           |      |
| B-7           | 98                             | 2                         | 63   | 35                             | 2                         | 13   | 72                             | 14                        | 1    | 10                             | 67                        | 19   |
| G-23          |                                |                           | 60   | 40                             |                           | 26   | 55                             | 19                        |      | 50                             | 46                        | 4    |
| G-24          |                                |                           | 68   | 32                             |                           | 18   | 68                             | 14                        |      | 37                             | 59                        | 4    |
| G-25          |                                |                           | 68   | 32                             |                           | 25   | 62                             | 13                        |      | 40                             | 57                        | 2    |
| H-27          |                                |                           | 87   | 13                             |                           | 12   | 56                             | 27                        | 5    | 26                             | 70                        | 4    |
| E-22          |                                |                           | 28   | 68                             | 4                         | 4    | 52                             | 36                        | 8    |                                |                           |      |
| <u>EM IV</u>  |                                |                           |      |                                |                           |      |                                |                           |      |                                |                           |      |
| D-14          | 87                             | 13                        | 29   | 60                             | 9                         | 2    | 51                             | 29                        | 9    | 30                             | 65                        | 5    |
| D-15          | 74                             | 26                        | 15   | 62                             | 20                        | 3    | 55                             | 25                        | 8    | 21                             | 71                        | 8    |
| D-16          | 75                             | 25                        | 20   | 65                             | 14                        | 1    | 55                             | 25                        | 5    | 19                             | 74                        | 7    |
| F-26          |                                |                           | 82   | 18                             |                           | 60   | 38                             | 2                         |      | 74                             | 26                        |      |



Op twee percelen, één met bomen op EM IX (bedrijf G) en één met bomen op EM IV (bedrijf D), liggen elk drie proefplekken. De hoogst gewaardeerde proefplek op bedrijf G (G-24) had in twee van de drie waarnemingsjaren het laagste percentage gladde vruchten; de hoogst gewaardeerde proefplek van bedrijf D (D-14) daarentegen had in drie van de vier waarnemingsjaren het hoogste percentage gladde vruchten.

De verschillen in het percentage ruwe vruchten tussen de proefplekken binnen één bedrijf kunnen niet worden toegeschreven aan bestrijdingsmiddelen of klimatologische omstandigheden. Op één perceel zijn immers deze factoren nagenoeg gelijk. Veeleer moeten de uiteenlopende percentages dan worden toegeschreven aan verschillen in bodemgesteldheid. Het is mogelijk, dat verschillen in bodemgesteldheid gepaard gaan met verschillen in stikstofhuishouding en dat deze op hun beurt van invloed zijn op de vruchtverruwing.

Uit de resultaten van dit deel van ons onderzoek zijn geen betrouwbare conclusies te trekken. Er zullen nog veel onderzoeken moeten worden verricht om het probleem van de vruchtverruwing op te lossen. Daarbij zullen ook de bodemgesteldheid en de bodembehandeling aandacht moeten krijgen.

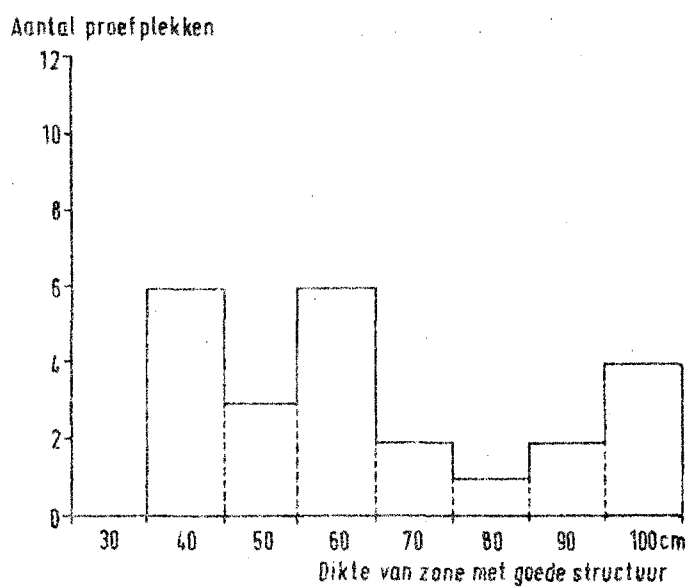
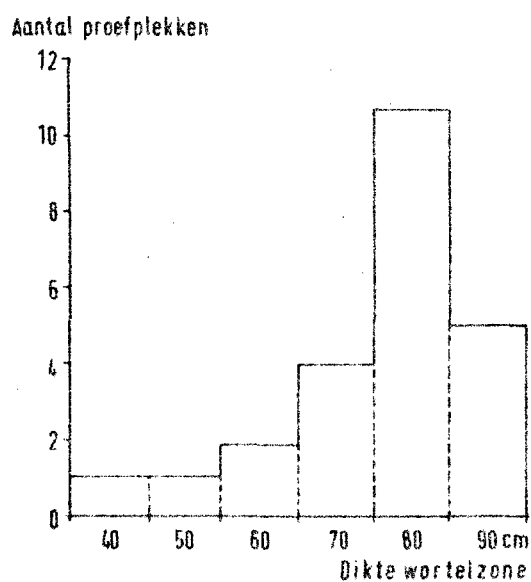


Fig. 30 De proefplekken ( $n=24$ ) onderverdeeld naar dikte van de wortelzone en naar dikte van de zone met goede structuur in kalkrijke poldervaaggronden met aflopende, oplopende en homogene profielen.

Kaarteenheden Mn15A, Mn25A en Mn35A

## 7. BESPREKING VAN DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

In de fruitteelt wordt de rentabiliteit der bedrijven sterk bevorderd door een regelmatige en hoge produktie per oppervlakte-eenheid. Grote oogsten zijn te bereiken door een optimale beplantingsdichtheid en een zo hoog mogelijke kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte. Het is gebleken dat zeekleigronden, waarin appelbomen een wortelzone van 80 cm of dieper kunnen bereiken, de beste mogelijkheden bieden voor een goede groei en een grote oogst. Een voorwaarde is echter wel, dat de wortels in de wortelzone regelmatig verspreid over deze diepte voorkomen. De kans op een zo gunstig mogelijk ontwikkeld wortelstelsel is het grootst in gronden met een diep doorgaande goede structuur en een aangepaste ontwatering.

Uit dit en uit ander bodemkundig onderzoek is echter komen vast te staan, dat op de Zuidhollandse Eilanden de oppervlakte van dergelijke gronden niet zo groot is. In figuur 30 zijn van de proefplekken met profielverloop 5 de dikte van de zone met een goede structuur en de dikte van de wortelzone weergegeven. Gewoonlijk treft men in de gronden van de in het onderzoek opgenomen kaarteenheden al vrij hoog in het profiel een ondergrond aan met een minder goede structuur. Bovendien is de grondwaterstand dikwijls te hoog om met succes fruit te kunnen telen.

Door het nemen van doeltreffende maatregelen is het op deze voor fruit niet optimaal geschikte gronden vaak toch nog mogelijk uitstekende resultaten te behalen. In bepaalde gevallen is een verlaging van de grondwaterstand reeds voldoende. In andere gevallen verdienen minder gevoelige rassen de voorkeur. Soms zal men een matig sterke onderstam moeten kiezen of het profiel moeten veranderen of het besluit moeten nemen geenfruit aan te planten.

De laatste jaren is er in fruitteeltkringen een levendige discussie gaande over de meest gewenste plantafstand. Een aantal fruitkwekers buiten het onderzoeksgebied plant de bomen op een afstand van 3,00 x 1,00 meter. Uit teelttechnisch en bedrijfseconomisch oogpunt is een dergelijke nauwe beplanting aantrekkelijk. Door het grote aantal bomen per ha bereikt men al kort na het inplanten een optimale bedekkingsgraad en behaalt men al spoedig hoge opbrengsten. Een voordeel van kleine boomvormen is bovendien dat gemakkelijk en snel de werkzaamheden, zoals het snoeien, het dunnen en het plukken kunnen worden uitgevoerd. Belangrijk is, dat een zo kort mogelijke onrendabele periode na het inplanten en minder arbeid per ha resulteren in een lagere kostprijs per kg appels. De veranderde teeltwijze is tot nu toe hoofdzakelijk toegepast bij het hoofd-ras Golden Delicious.

In vergelijking met dit ras groeit Cox's Orange Pippin veel fors. Bovendien is Cox's Orange Pippin op een later tijdstip vruchtbaar en vraagt zij een andere snoei, die er op gericht is gelijkmatige oogsten te krijgen. Dit ras zal dan ook ruimer geplant moeten worden dan Golden Delicious.

De vraag rijst nu of de kwaliteit van de grond bij de nieuwe teeltwijze nog van betekenis is. Immers, bij deze nauwe plantafstanden bereikt een boom, die matig groeit, toch al vrij vlug een optimale bedekkingsgraad.

Op de gronden, die tot ten minste 80 cm beneden maaiveld een goede structuur bezitten en voldoende diep zijn ontwaterd, kan men voor alle rassen, zelfs voor de meest veeleisende, goede resultaten verwachten. Schokken in de groei blijven door een diepe en regelmatige beworteling van de bomen tot een minimum beperkt. Op zulke gronden kunnen echter nauwe plantafstanden moeilijkheden geven in verband met de sterke groei van de bomen. Juist op de hoog gewaardeerde gronden is het gevaar voor een te dichte beplanting niet denkbeeldig. Een matige

vruchtdracht of fouten, gemaakt bij de snoei, kunnen de groei van de boom namelijk sterk stimuleren.

Een herstel van het evenwicht tussen groei en produktie vraagt, in het bijzonder bij het ras Cox's Orange Pippin, veel van het inzicht en de vakkennis van de fruitteler.

Om deze moeilijkheden te voorkomen, zou men op hoog gewaardeerde gronden voor Cox's Orange Pippin EM IX tussen de rijen een afstand kunnen kiezen van 3,50 tot 3,75 meter en op de rijen een afstand van 2,00 tot 2,25 meter. Voor Golden Delicious en ook voor Jonathan zou de afstand tussen de rijen 3,25 tot 3,50 meter en op de rij 1,25 tot 1,50 meter kunnen bedragen. Op deze gronden zijn ruime plantafstanden door een grote groeikracht van de bomen niet zo bezwaarlijk, want naarmate de bomen vlugger tot ontwikkeling komen, wordt de voorsprong van nauw planten snel kleiner.

Eventuele hoge grondwaterstanden kunnen door middel van drainage worden verlaagd. Een drooglegging van ca. 80 cm kan als norm worden gehanteerd (Braams en Butijn, 1958).

In klei- en zavelgronden, waar binnen 80 cm een ondergrond voorkomt van een minder gunstige structuur, zijn de groeiomstandigheden voor de wortels niet optimaal. Bewortelingsbeelden tonen aan, dat op sommige van deze gronden een wortelzone van 80 cm niet wordt bereikt. Dit is gewoonlijk het geval bij gronden, die een klei- of zaveldek dunner dan 80 cm hebben. Dergelijke gronden zijn om deze reden minder aantrekkelijk voor de fruitteelt. Gronden waarin door de aanwezigheid van een zandondergrond een wortelzone van 60 cm niet kan worden bereikt, moeten niet voor de moderne fruitteelt in gebruik worden genomen, tenzij door bijvoorbeeld maatregelen als profielverandering, de wortelzone op de gewenste dikte kan worden gebracht.

Op de gronden die niet alleen een minder gunstige structuur van de ondergrond hebben, maar bovendien periodiek last hebben van hoge grondwaterstanden komt evenmin een dikke wortelzone tot ontwikkeling. Om in dergelijke gronden tot op grote diepte een voor de wortels leefbaar milieu te scheppen, is het nodig het bodemprofiel tot op grotere diepte te ontwateren dan de gronden met een diep doorgaande goede structuur. Deze maatregel bevordert niet alleen een ontsluiting van de diepere lagen voor de wortels, waardoor een wortelzone van 80 cm of dieper tot de mogelijkheden gaat behoren, maar voorkomt tevens beschadiging en afsterfing van de wortels. Een leefbaar milieu voor de wortels is daar alleen te bereiken als de weinige wijde poriën, die kenmerkend zijn voor een ondergrond met een minder goede structuur, het gehele groeiseizoen gevuld blijven met lucht.

In profielen, waarin de wenselijke dikte van de wortelzone niet wordt bereikt, treedt naar de diepte dikwijls een schoksgewijs verloop van de beworteling op. Deze reactie van de wortels wordt ook waargenomen in profielen met "sprongen" in de textuur, zoals zwaardere banden en abrupte overgangen van zwaar naar licht materiaal. Een verandering in textuur gaat meestal samen met een verandering in structuur. In veel gevallen betekent dit een wijziging over een korte afstand in de waterluchthuishouding. In tegenstelling tot de reeds eerder besproken gronden is dan in deze gronden niet altijd sprake van een luchttekort of van wateroverlast. De reactie van de wortels op de plotselinge structuurverandering is in deze gevallen daarmee dan ook niet te verklaren. Naarmate een discontinuïteit in het profiel dicht bij het maaiveld ligt, is de reactie van de wortels sterker. De groei en de produktie van de proefplekken op dergelijke gronden waren bij onze studie niet optimaal, evenmin als die van de proefplekken met hoog in het profiel een duidelijk gelaagde ondergrond.

De groei van de bomen op gronden met een minder goede structuur in de ondergrond is in vergelijking met gronden, waar een goede structuur tot op grote diepte doorgaat, trager. Om toch een optimale bedek-

kingsgraad te krijgen, moet er nauwer geplant worden. Voor het fors groeiende ras Cox's Orange Pippin is een afstand tussen de rijen minder dan 3,50 m niet aan te raden; op de rij kan van 1,50 tot 2,00 m geplant worden. Voor de teelt van dit bijzonder gevoelige ras zijn gronden, die binnen 60 cm een voor de wortels storende laag hebben, niet aantrekkelijk. Voor Golden Delicious en Jonathan is een afstand tussen de rijen van 3,00 tot 3,25 m en op de rij van ca. 1,25 m voldoende. Als men op deze gronden tot dezelfde resultaten wil komen als op die met een diep doorgaande goede structuur, dan is daarvoor een groter vakmanschap vereist. Om schokken in de groei te vermijden zal de teler bijvoorbeeld meer aandacht aan de bodembehandeling moeten schenken. Voor een gunstige beworteling in de bovengrond is een brede onkruidvrije strook aan weerszijden van de bomen van belang. Kort houden van het gras is een maatregel, die al te grote schokken in de vochtvoorziening moet tegengaan.

Op percelen met een sterk wisselend bodempatroon is aanpassing aan de bodemgesteldheid dikwijls niet uitvoerbaar. Op de eilanden rust plaatselijk het klei- of zaveldek op een zandondergrond. De dikte van het dek kan over korte afstanden sterk variëren. Bij een klei- of zaveldek dunner dan 80 cm is de wortelzone ongeveer gelijk aan de dikte van de klei- of zavelaag. Voor een regelmatige vochtvoorziening van de boom is dat bij de heersende diepe zomergrondwaterstanden op de eilanden niet gunstig. De wortels kunnen slechts profiteren van de hoeveelheid water, die het betrekkelijk dunne klei- of zaveldek bevat. Bij droog weer zal de grond niet alleen eerder, maar ook verder uitdrogen. Hierdoor is in deze gronden de variatie in het vochtgehalte van de bewortelde zone groter dan in gronden met een dikke klei- of zavelaag. Op de slechtere plekken in zo'n perceel bestaat het gevaar dat de bomen niet alleen in omvang achterblijven, waardoor de bedekkingsgraad in het gedrang komt, maar ook binnen enkele jaren hun groeikracht verliezen. Bovendien kan, zoals uit het onderzoek is gebleken, de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> kroonoppervlakte geringer zijn (zie blz. 29). Nauwer planten op de gronden met gebreken zou de opbrengstreduktie per oppervlakte-eenheid kunnen verminderen. Een volledige compensatie door dichter planten is om de hierboven genoemde redenen vaak niet mogelijk.

Ook deze gronden met wisselend bodempatroon stellen hoge eisen aan de vakbekwaamheid van de teler. Wanneer goede en minder goede profielen in één perceel afwisselend voorkomen, zou hij om optimale teeltresultaten te kunnen behalen, op de minder goede profielen een andere teeltmethode moeten toepassen dan op de goede. In de praktijk stuit dit echter op grote bezwaren. De teeltmethode, die men in zo'n perceel toepast berust op een compromis, waardoor op het goede noch op het slechte profiel optimale opbrengsten behaald worden.

Op percelen met een sterk wisselend bodempatroon die reeds met fruit beplant zijn, zal bij de bodembehandeling de nadruk op de waterhuishouding moeten vallen. In de rijstroken onttrekt het gras veel vocht aan de grond. Om de vochtconcurrentie met de boomwortels zoveel mogelijk te beperken, is het wenselijk het gras kort te houden en de rijstroken niet breder te maken dan strikt nodig is. Een goede structuur van de bovengrond beïnvloedt het vochthoudend vermogen in gunstige zin. Op plaatsen waar voldoende water van goede kwaliteit voorhanden is, kan een tekort aan vocht door beregening worden aangevuld. Infiltratie komt op percelen met variatie in de diepte van de zandondergrond niet in aanmerking. Een verhoging van de grondwaterstand in het groeiseizoen zou op de ondiep bewortelde profielen een tekort aan vocht kunnen verminderen, maar het grondwater dringt ook door tot in de wortelzone van de nabijgelegen diep bewortelde profielen; een overmaat aan vocht zou daar de wortels beschadigen. In verband met de hoge in-

vesteringen is het aanplanten van fruit op gronden met een over korte afstanden wisselende bodemgeschiktheid niet meer verantwoord; het risico van een onrendabele exploitatie is te groot.

In het moderne fruitteeltbedrijf gaat men er de laatste jaren steeds meer toe over per ha veel bomen op een zwakke onderstam te planten. Door het kiezen van een nauwere plantafstand vermindert men de oppervlakte grond per boom. De breedte van het met gras begroeide rijpad zal ongeveer dezelfde moeten blijven als tot nu het geval is. Een dichtere plantafstand gaat dan ook ten koste van de zwart gehouden strook. Dit betekent dat per boom de oppervlakte grond met een goede structuur in de humushoudende bovengrond naar verhouding afneemt. Het is niet bekend, welk percentage van de totale oppervlakte grond die de boom ter beschikking staat, ingenomen kan worden door grond met een slechte bouwvoorstructuur zonder dat schade aan het gewas optreedt. Wel staat vast dat de bodemverzorging steeds meer aandacht zal opeisen, als men verzekerd wil zijn van een gunstige ontwikkeling van het wortelstelsel van het zwak groeiende onderstamtype EM IX.

Voor een goede "start" van de bomen moet voor het inplanten de structuurtoestand van de bovengrond in orde zijn. Om deze reden zou inplanten vanuit grasland de voorkeur verdienen. Maar in een gebied met overwegend bouwland, zoals op de Zuidhollandse Eilanden, is dat een utopie.

Bouwland, dat voor fruitteelt in gebruik wordt genomen, heeft vaak het nadeel dat er in de bovengrond ploegzolen voorkomen. Voor de beworteling kunnen ze, door hun minder gunstige water-luchtverhouding, storend zijn. Als men keuze heeft uit meer percelen is het beter percelen met ploegzolen niet te beplanten met fruit. Ontbreekt die mogelijkheid, dan zal men de verdichtingen kunnen opheffen door de ploegzool onder droge omstandigheden te breken en eventueel door de bovengrond te mengen.

De kalkrijke poldervaaggronden op de eilanden staan bekend om hun slompgevoeligheid. Vooral de lichte zavelgronden hebben een labiele bovengrondstructuur. Om het slempen te beperken, verdient het aanbeveling geruime tijd voor het inplanten een groenbemester in te zaaien. Het gewas beschermt de bovengrond tegen ongunstige weersinvloeden en bovendien wordt de losse grond intensief doorworteld, waardoor het ineenzakken van de bovengrond wordt tegengegaan. Structuurbederf bij het planten kan tot een minimum beperkt blijven, als men de bomen plant op vooraf zwart gemaakte stroken grond.

## 8. CONCLUSIES

1. Het bovenste deel van het profiel bestaat op de proefplekken uit structuren met structurelementen. Naar de diepte gaan deze over in een sponsstructuur en vervolgens meestal in een gelaagde ondergrond.
2. De diepte, tot waarop in het profiel de laag met een goede structuur doorgaat, loopt voor de verschillende proefplekken sterk uiteen. (De term goede structuur is gebruikt voor structuurvormen, die bij pF 2,0 een luchtvolume hebben van 10 % of hoger.)
3. Van de humushoudende bovengrond heeft de zwart gehouden strook langs de bomen een goede structuur, de rijstrook niet.
4. Op proefplekken met een diep doorgaande goede structuur, die binnen 80 cm geen zand in het profiel hebben, is de wortelzone steeds 80 cm of dikker. Dit geldt zowel voor de proefplekken met hoge als met diepe grondwaterstanden. (De wortelzone is het gedeelte van het bodemprofiel, dat, gerekend vanaf het maaiveld, 90 % van de wortels dunner dan 1 mm bevat. Onder hoge grondwaterstanden worden verstaan gemiddelde grondwaterstanden, die in maart of in mei binnen resp. 100 cm en 120 cm beneden maaiveld voorkomen.)
5. Op de proefplekken met een zandondergrond binnen 80 cm is de dikte van de wortelzone ongeveer gelijk aan de dikte van het klei- of zaveldek. Toch is de zandondergrond, zij het spaarzaam, wel bewortelbaar. Enerzijds is dit mogelijk door de aanwezige slibbandjes, anderzijds doordat het materiaal een poriënvolume van meer dan 40% heeft. Niettemin is de opbouw van deze profielen een belemmering voor een regelmatige vochtvoorziening van de boom.
6. Tijdelijk hoge grondwaterstanden in profielen, waarin geen zand binnen 80 cm aanwezig is, maar die ondiep overgaan in een minder goede structuur, beperken eveneens de dikte van de wortelzone.
7. Tijdelijk hoge grondwaterstanden in profielen met een wortelzone van ca. 80 cm dik hebben tot gevolg, dat binnen deze wortelzone meestal lagen met 20 % of meer dode wortels voorkomen.
8. Om beschadiging aan de wortels door wateroverlast te voorkomen, is voor de gronden met een diep doorgaande goede structuur een ontwatering van 80 à 90 cm vereist. Om in de gronden, waarvan de laag met een goede structuur minder diep doorgaat, maar waarin geen zand binnen 80 cm voorkomt, ook een wortelzone van 80 cm of dieper te verwezenlijken, is een diepere drooglegging nodig.
9. In profielen met een diep doorgaande gunstige structuur zijn de wortels gewoonlijk regelmatig over het profiel verspreid. Als hoog in het profiel zandlagen aanwezig zijn, dan verstoren zij dit wortelbeeld in ernstige mate. Een schoksgewijs verloop van de wortels naar de diepte ziet men ook in profielen, waarin op geringe diepte abrupte overgangen in de structuurvorm voorkomen. In het C-materiaal zijn dat (kalkrijke) zware lagen, overgangen van zwaar naar licht, enz., in de humushoudende bovengrond ploegzolen.
10. Van de rassen wordt de grootste worteldichtheid gevonden bij Golden Delicious EM IX en de meest ijle beworteling bij Cox's Orange Pippin EM IX. (De worteldichtheid geeft het aantal wortels aan dunner dan 1 mm, dat gemiddeld per m<sup>2</sup> in een verticale profielwand wordt aangetroffen, waarbij de diepte van de profielwand gelijk is aan de diepte van de wortelzone.)

11. Het percentage fijne wortels ( $< 1$  mm) in de humushoudende bovengrond ten opzichte van het totaal aantal fijne wortels in de wortelzone, is voor Cox's Orange Pippin EM IX het hoogst en voor Golden Delicious EM IX het laagst.
12. De concentratie van fijne wortels in de humushoudende bovengrond bij het overigens ijle wortelstelsel van Cox's Orange Pippin is met grote waarschijnlijkheid een van de redenen, waarom dit ras zulke hoge eisen stelt aan bodemgesteldheid en bodembehandeling.
13. Van proefplekken binnen één perceel, die verschillen in bodemgesteldheid vertonen, hebben de lager gewaardeerde een grotere worteldichtheid en een hoger percentage fijne wortels in de humushoudende bovengrond. Alleen al het relatief grote aandeel van de wortels in de humushoudende bovengrond doet veronderstellen dat de bodembehandeling op gronden met gebreken aan hoge eisen moet voldoen. (Het hoogst gewaardeerd is het profiel, waarvan de laag met een goede structuur het diepst doorgaat en/of de wortelzone het dikst is.)
14. In de humushoudende bovengrond is een intensievere beworteling van de zwart gehouden strook ten opzichte van de grasstrook voornamelijk het gevolg van een betere structuur. In de grasstrook is geen beworteling mogelijk bij ernstige verdichtingen, zoals onder een wielspoor.
15. Van de proefplekken binnen één perceel heeft het hoogst gewaardeerde profiel de hoogste bedekkingsgraad, en in het algemeen ook de hoogste kg-opbrengst per oppervlakte-eenheid.
16. Voor een optimale groei en produktie is alleen een dikke wortelzone blijkbaar niet voldoende; een gelijkmatige verdeling van de wortels over het profiel is eveneens een vereiste.
17. Uit de gegevens over vruchtverruwing bij het ras Golden Delicious zijn geen betrouwbare conclusies te trekken, althans voor zover gedacht wordt aan verbanden tussen bodemgesteldheid en vruchtverruwing.
18. Een bodemgeschiktheidsbeoordeling voor fruit, die de 1 : 50 000 kaarteenheden als basis heeft, kan slechts zeer globaal zijn. Binnen één kaarteenheid kunnen aanzienlijke verschillen in textuur en structuur voorkomen.



## 9. SAMENVATTING

Van 1961 tot en met 1964 is op de kalkrijke poldervaaggronden van de Zuidhollandse Eilanden door rayon West van de Stichting voor Bodemkartering een proefplekkenonderzoek in volwassen boomgaarden uitgevoerd. In het onderzoek waren betrokken Cox's Orange Pippin EM IX, Jonathan EM IX en EM IV en Golden Delicious EM IX en EM IV, als spilvermbeplanting en enkele proefplekken Golden Delicious EM IV van het haagsysteem.

Aangezien in dit gebied een uitbreiding van de fruitteelt op de kalkrijke poldervaaggronden wordt verwacht, werd het wenselijk geacht de invloed van de bodemgesteldheid en de ontwatering op de groei en de produktie van appelbomen te bestuderen.

Uit het onderzoek bleek, dat er tussen de onderscheiden structuurvormen bij een zelfde vochtspanning een verschil in luchtgehalte was. Bij pF 2,0 hadden afgerond blokkige elementen en een poreuze spons het hoogste vol. % lucht (> 10 %). Zij werden dan ook aangeduid met de term goede structuur. De diepte waarop een goede structuur overging in een minder goede was zeer verschillend.

Ook werd vastgesteld dat de beworteling reageert op de bodemgesteldheid. Een dikke wortelzone (80 cm of dikker) werd steeds waargenomen op gronden met een diep doorgaande goede structuur, ook al was de ontwatering niet in orde. Op dergelijke gronden kwam schade door wateroverlast tot uiting in veel dode wortels.

Een 80 cm dikke wortelzone werd, op één uitzondering na, niet gevonden op klei- en zavelgronden die een zandondergrond binnen 80 cm hadden. In deze profielen viel de wortelzone ongeveer samen met de dikte van het klei- of zaveldek. Er was in dit opzicht geen verschil tussen de profielen met een kleiige, uiterst fijnzandige ondergrond, die behoren tot de gronden met profielverloop 5 en die met een kleiarne, uiterst fijnzandige ondergrond of een kleiarne, zeer fijnzandige ondergrond, die onder de poldervaaggronden met profielverloop 2 of onder de vlakvaaggronden worden gerangschikt. In de zandondergrond werden echter wel enkele wortels gevonden. De ijle beworteling kon tot stand komen omdat de zandondergrond een poriënvolume had, groter dan 40 %. Belangrijk voor de beworteling kan een duidelijke gelaagdheid van de zandondergrond zijn. Daardoor kan op één proefplek met een zaveldek van slechts 30 cm, die overigens zeer goed was ontwaterd, zelfs nog een wortelzone van 80 cm worden gemeten. Naar de diepte verliep de beworteling echter schoksgewijs.

Evenmin werd een dikke wortelzone bereikt op klei- en zavelgronden waar een goede structuur niet diep doorging en tevens de ontwatering onvoldoende was. Bovendien veroorzaakte wateroverlast hier veel dode wortels. Als men van deze gronden de wortelzone wil verdiepen tot 80 cm of meer, dan moeten ze dieper worden ontwaterd dan de gronden met een diep doorgaande goede structuur.

In de humushoudende bovengrond was de zwart gehouden strook langs de bomen intensiever doorworteld dan de rijstrook, waar de vochtonttrekking door het gras de beworteling van de bomen belemmerde. De voornaamste oorzaak van de minder goede bewortelbaarheid in de rijstrook is echter de minder goede structuur.

De beworteling in profielen met een abrupte overgang in de structuurvorm, zoals in profielen met een ploegzool of met zware (kalkrijke) lagen, vertoonde naar de diepte dikwijls een schoksgewijs verloop.

De worteldichtheid was het grootst in profielen met "gebreken". Vooral in de humushoudende bovengrond van deze profielen nam het aantal wortels naar verhouding sterk toe. Verschillen in worteldichtheid zijn niet alleen geconstateerd bij variaties in bodemgesteldheid maar ook bij verschillen in ras.

Uit het onderzoek bleek, dat de bodemgesteldheid en de daarbij behorende bewortelingsmogelijkheden van invloed zijn op de groei en de

produktie van het gewas. Op de percelen waar twee of drie proefplekken lagen met een verschil in bodemgesteldheid, had de proefplek met de dikste wortelzone of met het beste structuurprofiel de hoogste bedekingsgraad. Vrijwel altijd ging dat samen met de hoogste kg-opbrengsten per are.

De verschillen in vruchtgewicht waren gewoonlijk klein en hielden meestal geen verband met verschillen in bodemgesteldheid.

Het onderzoek naar de oorzaken van vruchtverruwing bij Golden Delicious leverde geen betrouwbare conclusies op. De verschillen, die binnen één perceel werden waargenomen, konden met grote zekerheid worden toegeschreven aan verschillen in bodemgesteldheid. De moeilijkheid was echter dat een duidelijk verschil in vruchtverruwing zich niet elk jaar voordeed of, wanneer dat wel het geval was, dat de resultaten tegengesteld waren aan die van het voorafgaande jaar.

LITERATUUR

- |   |      |   |
|---|------|---|
| Anonymus  | 1966 | Wortelstudies bij vruchtbomen. De Fruitteelt 56, nr.13, 2 april, 440 - 441.   |
| Bakker, G. de   | 1950 | De bodemgesteldheid van enkele Zuid-bevelandse polders en hun geschiktheid voor de fruitteelt. Versl. Landbouwk. Onderz. 56.14, 's-Gravenhage.        |
| Bakker, H. de en J. Schelling                               | 1966 | Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Wageningen.   |
| Braams, B.W. en J. Butijn                                   | 1958 | Drainage in de fruitteelt. Med. Dir. Tuinb. 21, 763 - 770.  |
| Braams, B.W.  | 1960 | Enkele gedachten over onderzoek naar de ontwateringsbehoefte van de fruitteelt. Rapport Rtc. Noordoostpolder.   |
| Butijn, J.  | 1954 | De betekenis voor fruit van sliblagen in de ondergrond van plaatgronden. Boor en Spade VII, 189 - 196.  |
| Butijn, J.  | 1958 | De betekenis van bewortelingsopnamen in de fruitteelt. Med. Dir. Tuinb. 21, 622 - 631.  |
| Butijn, J.  | 1961 | Bodembehandeling in de fruitteelt. Versl. Landbouwk. Onderz. 66.7, Wageningen.  |
| Dam, J.G.C. van   | 1963 | Aspecten van het bodemgeschiktheids-onderzoek in de tuinbouw. Med. Dir. Tuinb. 26, 197 - 200.   |
| Dam, J.G.C. van   | 1966 | Verslag van het proefplekkenonderzoek bij het ras Jonathan, uitgevoerd van 1959 t/m 1963. Rapport nr. 702. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. |
| Edelman, C.H., K.C. Bhattacharyya, A. Op 't Hof en A. Jager | 1963 | Structuurprofielen van stroomruggronden. Boor en Spade XIII, 66 - 81.   |
| Hidding, A.P.   | 1961 | De doorwortelbaarheid van zandlagen. Rapport nr. 12. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.                                  |
| Hoekstra, C.  | 1962 | De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Hoeksewaard-Noord. Rapport nr. 550. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.                     |

- |                               |      |  |
|-------------------------------|------|--|
| Hoekstra, C.                  | 1963 | Classificatie van de gronden in het ruilverkavelingsgebied "Hoeksewaard-Noord" naar hun geschiktheid voor de groente- en fruitteelt. Rapport nr. 602. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. |
| Jongorius, A.                 | 1957 | Morfologische onderzoeken over de bodemstructuur. Versl. Landbouwk. Onderz. 63.12, 's-Gravenhage.  |
| Kloes, L.J.J. van der         | 1965 | Bodemkundige aspecten van de teelt van enige tuinbouwgewassen. Versl. Landbouwk. Onderz. 665, Wageningen.  |
| Rhee, J.A. van                | 1965 | Regenwormen in boomgaarden. De Fruitteelt 55, 1530 - 1532.   |
| Spoor, P.A.                   | 1966 | Toelichting kg-opbrengst en boomomvang van appel- en pererassen. 85.02. Bedrijfseconomisch vademecum voor de tuinbouw. Landbouw-Economisch Instituut 1962.                                       |
| Stichting voor Bodemkartering | 1964 | Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 43 West, Willemstad.  |
| Stichting voor Bodemkartering | 1967 | Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 43 Oost, Willemstad.  |
| Wallenburg, C. van            | 1966 | De bodem van Zuid-Holland. Toelichting bij blad 6 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.  |

Tabel 3. Analyseresultaten

| Nr.  | Hor. | Laag in<br>cm -mv. | In % v.d. grond   |       | In % v.d. minerale delen |      |      |       | L/s x<br>100 <sup>1)</sup> | M50 | K in<br>0,1nHCl | K-fix. | P-AL | MgO | Por.-<br>vol. | Lab.nr. |
|------|------|--------------------|-------------------|-------|--------------------------|------|------|-------|----------------------------|-----|-----------------|--------|------|-----|---------------|---------|
|      |      |                    | CaCO <sub>3</sub> | humus | < 2                      | < 16 | < 50 | > 105 |                            |     |                 |        |      |     |               |         |
| A-1  | Ap   | 0-25               | 11,6              | 2,2   | 24                       |      |      |       | 62                         |     | 25              |        | 30   |     | 45            | Kampen  |
|      | C2g2 | 36-62              | 16,5              | 0,9   | 20                       |      |      |       | 59                         |     |                 |        |      |     | 47            |         |
|      | C2g3 | 62-76              |                   |       |                          |      |      |       |                            |     |                 |        |      |     | 47            |         |
| A-2  | Ap   | 7-12               | 12,0              | 2,4   | 21                       | 36   | 76   | 2     | 58                         |     | 10              | 10     | 27   | 110 | 52            | A293664 |
|      | C2g1 | 40-45              | 15,7              | 0,9   | 19                       | 26   | 54   | 4     | 73                         |     | 9               | 40     | 5    | 57  | 52            | A293666 |
|      | C2g2 | 50-55              | 11,4              | 0,4   | 7                        | 9    | 27   | 9     |                            | 81  |                 |        |      |     | 44            | A293667 |
|      | C2g2 | 60-65              | 11,7              | 0,4   | 7                        | 10   | 28   | 7     |                            | 81  |                 |        |      |     | 44            | A293668 |
|      | C2g  | 80-85              | 11,9              | 0,4   | 6                        | 9    | 24   | 4     |                            | 79  |                 |        |      |     | 47            | A293669 |
| B-5  | Ap   | 10-15              | 6,5               | 3,0   | 16                       | 24   | 50   | 7     | 66                         |     |                 |        |      |     | 53            | A293659 |
|      | C2g1 | 40-45              | 9,4               | 0,9   | 12                       | 17   | 37   | 11    | 70                         |     |                 |        |      |     | 47            | A293661 |
|      | C2g2 | 52-57              | 9,7               | 0,9   | 9                        | 14   | 31   | 13    | 67                         | 84  |                 |        |      |     | 47            | A293662 |
|      | C2g3 | 70-75              |                   |       |                          |      |      |       |                            |     |                 |        |      |     | 45            | A293663 |
| B-8  | Ap   | 5-32               | 6,5               | 2,9   | 18                       |      |      |       | 71                         |     | 49              |        | 72   |     | 41-           | Kampen  |
|      | C2g1 | 40-50              | 10,4              | 0,7   | 16                       |      |      |       | 67                         |     |                 |        |      |     | 46            |         |
|      | C2g1 | 50-70              | 10,8              | 0,5   | 12                       |      |      |       | 73                         |     |                 |        |      |     | 42            |         |
| B-9  | Ap   | 5-25               | 6,7               | 3,3   | 17                       | 26   | 50   | 9     | 65                         |     |                 |        |      |     | 42            | A293652 |
|      | C2g1 | 40-60              | 10,1              | 0,8   | 13                       | 19   | 40   | 8     | 68                         |     |                 |        |      |     | 50            | A293655 |
|      | C2g2 | 65-80              | 10,8              | 0,6   | 8                        | 12   | 23   | 16    | 66                         | 84  |                 |        |      |     | 44            | A293657 |
|      | C2g  | 85-100             | 10,7              | 0,8   | 14                       | 21   | 44   | 8     | 66                         |     |                 |        |      |     | 44            | A293658 |
| C-10 | Ap   | 0-21               | 1,9               | 5,8   | 29                       |      |      |       | 65                         |     | 45              |        | 40   |     | 53            | Kampen  |
|      | C2g1 | 21-41              | 4,7               | 2,8   | 30                       |      |      |       | 66                         |     | 17              |        | 7    |     | 52            |         |
|      | C2g1 | 41-60              | 7,8               | 2,4   | 25                       |      |      |       | 63                         |     |                 |        |      |     | 50            |         |
|      | C2g2 | 60-70              | 10,5              | 1,3   | 12                       |      |      |       | 69                         |     |                 |        |      |     | 45            |         |

<sup>1)</sup> Lutum-slibverhouding  $\left( \frac{\% < 2 \text{ mm}}{\% < 16 \text{ mm}} \times 100 \right)$



[illegible]

